M. Nat. 354 m

Preyssinger

4. nat. 354m

VADEMECUM

für

Freunde der Naturwissenschaft

von

P. Ludwig Preyßinger, O. S. B.,

Professor der reinen Mathematik, der Chemie, Physik und Kosmographie, und der Naturgeschichte am kgl. Lyceum, Conservator des Observatoriums zu Augsburg.

Erster Band.

Naturlehre oder Physik im engern Sinne.

Mit 7 Tafeln Abbildungen.

Augsburg.
Verlagsbuchhandlung von C. A. Fahrmbacher.
1847.

284 - Cg.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

„Vere scire et per causas scire."

Baco.

Albr. Volkhart'scher
Druck.

Seiner Hochwürden und Gnaden

dem

Herrn Herrn

Barnabas Huber,

dem von

Seiner Majestät dem Könige Ludwig I.

ernannten ersten Abte der von Allerhöchstdemselben in Bayern wieder ins Leben gerufenen Benediktiner

in tiefster Verehrung

gewidmet

von dem Verfasser.

Zueignung.

Verödet stand manch edle Halle,
Durch die einst geistig Leben drang,
In der mit frommer Hymnen Schalle
Das hohe Lied der Weisheit klang.

Der **König**, der Walhalla baute,
Der deutschen Größe großen Dom,
Der, Altes prüfend, vorwärts schaute,
Gerecht, beharrlich, frei und fromm:

Er hieß die alten Hallen wieder
In neuem Glanze aufersteh'n,
Hieß den Choral der Königslieder,
Des Wissens Odem sie durchweh'n.

Da riefst **Du** uns zu frischem Walten,
Wohl theure Erbschaft fiel uns heim:
Der reiche Wissensschatz der Alten,
Manch schöner Blüthe edler Keim.

Du selbst — was hat **Dich** herbewogen?
War es der goldne Hirtenstab?
Hat **Dich** der Schimmer angezogen,
Den **Dir** die neue Würde gab?

O nimmer! sonst war **Dir** beschieden
Ein glücklich, sorgenfreies Loos,
Du ruhtest sanft in stillem Frieden
In frommer Tugend Engelsschooß.

Nun standst **Du** auf, es zu beleben
Das große, königliche Wort:
Ein Haus des Herrn soll sich erheben,
Der Wissenschaft ein hehrer Hort!

Du wanderteſt auf ſchweren Pfaden
Ein edler Pilger durch das Land,
Bewohner in das Haus zu laden,
Die treu **Dir** gingen Hand in Hand.

Mit Mühe ward das Werk begonnen,
Und was **Dein** Eifer auch gewann,
Du haſt durch Opfer es gewonnen,
Die Keiner nur ermeſſen kann.

Wir fühlen's dankbar und verehren
In **Dir** des Vaters Lieb' und Huld,
Den guten Geber weiſer Lehren,
In **Dir** das Muſter der Geduld!

Wir fühlten mit dem Jubelgreiſe,
Da **Dich** des theuren Königs Lob
Für **Deines** Wirkens wackre Weiſe
Zu wohlverdienten Ehren hob.

Wir einten uns zum treuen Bunde,
Wie **Du** gewollt, wie wir gesollt,
Schon fleißig ward aus tiefem Grunde
Manch' edle Perle aufgeholt.

Du ließest mich der Blüthen warten,
Nimm meinen Kranz denn gütig hin,
Du ludst mich ein in **Deinen** Garten,
In **Deinem** Garten pflückt' ich ihn!

So geb' ich **Dir** mein Buch zu eigen,
Von **Deinem** Segen sei's beschützt,
Und möge es der Welt bezeugen,
Daß auch der Mönch der Welt noch nützt.

Vorwort.

Diese Schrift verkündet den Grund und Zweck ihrer Erscheinung schon in ihrem Titel. Wer da weiß, wie sehr seit einer Reihe von Jahren die Naturwissenschaft erweitert und begründet worden ist, weiß auch, bis zu welcher Masse der Lehrstoff, welchen ein diesem Fache zugewendeter Lehrer zu tradiren hat, angewachsen ist. Bringt man damit in Vergleich die unverhältnißmäßig kurze Zeit von zwei Semestern, inner welchen dieser umfassende Lehrgegenstand tradirt werden soll, und erwägt man, wie ermüdend und zeitraubend für Lehrer und Zuhörer das Dictiren ist: so wird man es billig finden, wenn letztere einen Grundriß gedruckt in Händen zu haben wünschen, damit aber auch entschuldigend für den Lehrer, wenn er ihnen aus den **besten** vorhandenen Lehrbüchern eine zusammenhängende Uebersicht des Lehrstoffes unter Beigabe möglichst kurzer Begründung, indem das Nähere dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleibt, zusammenstellt. Auf Originalität macht daher diese Schrift durchaus nicht Anspruch; darum werden auch Männer vom Fache manche Fragen, welche dem Physiker vor

allen von Interesse sind, z. B. die Beugung, Interferenz, Polarisation des Lichtes ꝛc., nur kurz, dagegen manches Andere, was ins praktische Leben eingreift, weitläufig behandelt finden: und der Grund ist, weil dieses Werk nur als Mitgabe geschrieben ist. Wenn es aber nunmehr doch auch dem Buchhandel übergeben wird, so geschieht es, weil es vielleicht doch auch manchem Lehrer, der seinen Schülern gegenüber dasselbe Bedürfniß fühlt, dienen kann, zumal eine Auswahl von Lehrbüchern für Studierende immer mit Schwierigkeiten umgeben ist, indem selbst in den besten Werken über Naturwissenschaft nur einzelne Theile mit vorzüglichem Glücke bearbeitet sind, eine Anschaffung eines großen Werkes aber oder mehrere Werke, die sich ergänzen, Schülern in der Regel unmöglich ist.

Wohlgemeinte Bemerkungen, welche in dem Bereiche des Zweckes dieser Schrift liegende Verbesserungen enthalten, wird der Verfasser mit Dank annehmen, und bei einer allenfallsigen Umarbeitung sorgfältigst benützen.

Augsburg, den 8. Juli 1847.

L. P.

H. nat. 35.

Einleitung.

§. 1. Natur, Naturwissenschaft.

1. Das Wort Natur wird, je nachdem man selbes im

a.) etymologischen,

b.) formellen, oder

c.) materiellen

Sinne nimmt, sehr verschieden bestimmt.

ad a.) Zufolge der Etymologie bezeichnet selbes nach der Abstammung von nasci (geboren werden) das Wachsthum aller Körper überhaupt.

ad b.) In formeller Beziehung bezeichnet es die den Körpern eigenthümliche Weise ihres Daseins und ihrer Wirksamkeit; und in dieser Beziehung wird das Wort Natur selbst auch

oft auf Begriffe unkörperlicher Dinge angewendet, z. B. man spricht von der Natur der Seele, der Tugend, der Gesetze, des Rechtes ꝛc.

In formeller Bedeutung ist das Wort Natur auch dem Worte Kunst entgegengesetzt.

ad c.) Natur in materiellem Sinne aber bedeutet die Summe aller Gegenstände, deren Dasein, Veränderung und verschiedene Wirksamkeit wir neben und um uns gewahr werden.

2.) Eine Wissenschaft, welche die gesammte Natur, d. h. alle vorhandenen Wesen und Dinge nach ihren innern und äußern Merkmalen, nach ihren Eigenschaften, Verbindungen und Wirkungen betrachtete, wäre im eigentlichen Sinne Naturwissenschaft.

Die Kenntniß der Naturwissenschaft im eigentlichen Sinne (die vollkommene Psychologie und Physiologie) besitzt kein Mensch; denn unser Wissen ist nur Stückwerk.

Die Gottheit ist nicht Gegenstand der Naturwissenschaft, „Ihn sehen wir nur in der Natur, wie in einem Spiegel."

§. 2. Eintheilung der Naturwissenschaft.

1.) Der einzelne Mensch ist also nur im Stande einen kleinen Theil von der unermeßlichen Menge der Dinge zu erforschen; daher war es nothwendig und gut, nicht nur die Ge-

genstände der Natur selbst nach Klassen gleichsam von einander zu trennen, sondern auch die verschiedenen Theile der Untersuchungen an ihnen von einander abzusondern und sie einzeln dem menschlichen Verstande vorzulegen, damit er um so eher im Stande wäre sie zu erkennen und zu übersehen.

2.) Einen Hauptunterschied in den Gegenständen bezeichnet man durch die Ausdrücke

a.) Geisterwelt und

b.) Körperwelt.

ad a.) Unter Geisterwelt versteht man die Gesammtheit der vernünftigen Wesen und den Inbegriff der geistigen Kräfte in ihnen. Sie ist Gegenstand der Psychologie.

ad b. Unter Körperwelt versteht man die Gesammtheit aller materiellen Dinge in der Welt. Sie sind Gegenstand der Physiologie im weitern Sinne.

Die materiellen Dinge, welche in zwei Hauptklassen eingetheilt werden, nemlich:

α) in organische, d. h. solche, welche mit Werkzeugen der Ernährung und Erhaltung versehen sind, und

β) in unorganische, d. h. solche, denen die Werkzeuge der Ernährung und Erhaltung fehlen, betrachtet man

I. in ihren vorübergehenden (transitorischen) und

II. in ihren bleibenden (permanenten) Erscheinungen.

§. 3. Nutzen oder Werth der Naturwissenschaft.

Ueber den Nutzen und Werth der Naturwissenschaft weitläufig zu sprechen ist überflüssig. Wer weiß, was diese Disciplin lehrt, der erkennt, daß der alte Dichter nur Wahrheit spricht, wenn er sagt:

„Felix, qui potuit rerum cognoscere causas."

Erster Theil.

Physik im engern Sinne

oder

Naturlehre.

§. 3. [illegible] Werth der Naturwissenschaft.

[illegible] Werth der Naturwissenschaft weit- [illegible]. Wer weiß, was diese Disci- [illegible] der alte Dichter nur Wahrheit [illegible]

„[illegible] rerum cognoscere causas.“

Eingang.

§. 1. Physik im engern Sinne.

Die geordnete Lehre, welche die Bestimmung und Erklärung der vorübergehenden Erscheinungen (vorzüglich in dem unorganischen Leben) zum Erörterungsgegenstande hat, heißt Physik (im engern Sinne) oder Naturlehre.

An organischen Körpern zeigen sich allerdings Phänomene, welche die Naturlehre zu behandeln hat, von diesen ist aber nicht das Ursache, was gewöhnlich mit dem Worte Leben bezeichnet wird.

§. 2. Materie und Kraft.

Ein jeder Gegenstand, an welchem Erscheinungen zur Untersuchung für die Naturlehre vorgehen, hat

I. Materie und in dieser ist

II. Kraft, unter welcher letzterer man eine endliche Ursache versteht, welche durch eine Wirkung sich kund gibt, aber nicht weiter erklärt werden kann.

Die Alten sprachen von einer

Natura naturata und von einer

Natura naturans; und in der hl. Schrift liest man: „Im Anfange schuf Gott das, aus was die Himmel(skörper) sind und der Geist Gottes schwebte über den Flüßigkeiten."

ad I.

1.) Materie (oder auch Stoff) heißt dasjenige, was sich unsern Sinnen als raumerfüllend darstellt. — Materie von begrenzter Ausdehnung heißt Körper (physischer Körper.)

Unterschied zwischen geometrischen und physischen Körpern.

2.) Die Körper haben Eigenschaften oder Merkmale und zwar

A. allgemeine nemlich

a.) Ausdehnung
b.) Undurchdringlichkeit } wesentliche

c.) Beweglichkeit und Trägheit
d.) Theilbarkeit
e.) Porosität
f.) Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit
g.) Temperatur } zufällige und

B.) besondere oder sondernde nemlich

A.) äußere und
B.) innere.

ad II.

1.) Die unerklärbaren Kräfte oder eigentlichen Kräftt heißen Grundkräfte. — Eine Kraft schlechthin heiße Alles, was eine Veränderung bewirkt.

2.) Bei Untersuchung der Naturerscheinungen findet man in den Körpern ein unerklärbares Bestreben (der Theile der Körper oder der Körper)

A.) zur Annäherung — Anziehungskraft, Attraction oder
B.) zur Abstoßung — Abstoßungs-Kraft, Repulsion.

Rücksichtlich dieser Kräfte sagt man: Ungleichartige Dinge ziehen sich an, gleichartige stoßen sich ab.

3.) Da verschiedene Kräfte genannt werden, so können sie auch eingetheilt werden. Man kann sie z. B. eintheilen oder unterscheiden

A.) nach der Größe ihrer Wirkungs-Sphäre
in solche, welche nur bei den kleinsten Abständen der Körper wahrnehmbare Effekte hervorbringen und
in solche, welche auf meßbare Entfernungen (Distanzen) mit merklicher Stärke wirken;

B.) nach dem sie zur Thätigkeit erregenden Grunde
in solche, welche durch Menschenkunst zur Thätigkeit gerufen werden können und
in solche, welche keine Menschenkunst zur Thätigkeit rufen kann.

§. 3. Eintheilung der Naturlehre.

Die Naturlehre kann eingetheilt werden
I. in eine allgemeine und
II. in eine besondere Naturlehre.

ad I.

Die allgemeine Naturlehre behandelt hier
I. das Allgemeine an den Körpern an sich, und
II. das Allgemeine von den Kräften an den Körpern.

ad II.

Als Haupttheile der besondern Naturlehre werden hier angesehen
I. die Chemie
II. die Physik im engsten Sinne, in sich fassend die Untertheile
I. Mechanik und
II. die Lehre
I. vom Magnetismus und
II. von der Elektrizität, und
III. die Kosmologie.

§. 4. Methode und Hilfswissenschaften der Naturlehre.

1. Ihre Sätze erörtert die Naturlehre überhaupt (nach §. 1 2.)

a.) durch genaues Erzählen und Beschreiben der Naturerscheinungen, und dann

b.) durch Versuche, die wirkenden Ursachen zu finden und zu bestimmen.

ad a.

Bei der genauen Beschreibung eines Phänomens wird das Gesetz angegeben, nach dem die Erscheinung geschah und es wird die Frage beantwortet, worin das Phänomen besteht.

ad b.

Die Versuche, die wirkenden Ursachen zu bestimmen, werden gemacht

α.) aus Beobachtungen d. i. aus Wahrnehmungen der Natur-Begebenheiten, welche ohne des Menschen Mitwirken sich darstellen und

β.) aus sogenannten physikalischen Versuchen — aus Experimenten.

Zu den Beobachtungen, wie zu den Experimenten sind mannigfaltige Instrumente (physikalische Apparate) nöthig.

Die Versuche sind Fragen an die Natur, welche gehörig gestellt werden müssen, wenn die Natur verständlich antworten soll. Die gelungensten Experimente gestatten nur Argumente a minimo ad maximum.

2.) Die Naturgeschichte und die Mathematik sind die vorzüglichsten Hilfswissenschaften der Naturlehre.

„Ein Physiker ohne Mathematik ist auf jeden Fall ein Unding."

Weitläufige mathematische Erläuterungen nimmt dieses Schriftchen nicht auf; doch werden Anweisungen nicht wegbleiben, welche angeben, wie nöthige Rechnungen zu führen und aufgestellte Sätze zu beweisen seien. Die rein mathematischen Sätze werden möglichst gesondert angegeben. Die im Leben oft nothwendigen Formeln müssen aufgenommen werden.

I. Untertheil.

Allgemeine Naturlehre.

I. Abschnitt.

Das Allgemeine von den Körpern an sich.

Die nachfolgenden Eigenschaften sind **bleibend**, werden aber doch wie in allen andern Physiken hier betrachtet.

I. Kapitel.

Allgemeine Eigenschaften der Körper (Eingang §. 2. I. 2.)

§ 1. Ausdehnung

1.) **Ausdehnung** ist dasjenige Merkmal, vermöge dessen jeder Körper nach drei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen den Raum einnimmt (nach Länge, Breite und Tiefe oder Höhe.)

2.) Die Größen dieser Ausdehnungen werden nach den Gesetzen der Geometrie durch gewisse Maaße bestimmt.

Solche bestimmende Maaße sind z. B.

für die Längen: der bayr. Fuß, der franz. Meter (Maaßinstrumente aber für Längen: Maaßstäbe mit Nonien [1]) Mikrometer ....);

für Flächen: Quadratfuß, die Are ....

für Körper: Kubikfuß, der Liter ....

---

[1]) Die Länge eines Nonientheiles $= \frac{a}{n} (n \pm 1)$

Vgl. m. Tab. über ben. Zahlen §. §. 3. 4. 5. 10. Die Länge des bayr. Fußes macht den 34263120sten Theil und die des franz. Meters den 10000000sten Theil des nördlichen Meridianquadranten der Erde.

Der Raum eines Körpers lediglich in Hinsicht auf Größe betrachtet heißt Volumen (V.) Die Art seiner Begrenzung gibt die Gestalt, Form, Figur.

Figuralität.

§. 2. Undurchdringlichkeit.

1.) Undurchdringlichkeit ist diejenige Eigenschaft, der zufolge zwei verschiedene Körper oder Theile der Körper nicht zugleich einen und denselben Raum einnehmen können. Wenn Materie in einem von Materie bereits erfüllten Raum eindringt, so muß letztere weichen.

Diesen Satz beweisen unzählige Erscheinungen: Legt man z. B. in ein Gefäß, in welchem Wasser ist, einen Stein oder dgl., so wird die Flüssigkeit weichen. Bekannt ist die Schwierigkeit in ein Luft enthaltendes Gefäß mit engem Halse eine Flüßigkeit einzugießen; in dem engen Halse begegnen sich die eindringende Flüßigkeit und die entweichende Luft und weil sie nicht leicht einander ausweichen können, so machen sie das Eingießen schwierig. Gußformen z. B. in Erzgießereien, müssen deßhalb Oeffnungen zum Entweichen der Luft haben. Es ist unmöglich den Kolben eines luftdicht geschlossenen Cylinders bis auf den Boden hinabzudrücken. Ein Gewehr kann man mit einer gutschließenden Kugel nur dann laden, wenn das Zündloch nicht geschlossen ist. Ein mit der Oeffnung nach abwärts gekehrtes in Wasser gesenktes Glas füllt sich nicht mit Wasser. ..... Taucherglocke (von Spalding † 1783.)

2.) Die Undurchdringlichkeit begründet die Tastbarkeit der Körper; denn tastbar sein heißt dem Tastorgan einen Widerstand entgegensetzen. Das Undurchdringliche heißt die Masse

(M) und ist verschieden vom Raume, welchen es einnimmt oder vom Volum.

Man verwechsle mit der Undurchdringlichkeit der Körper dieses Merkmal nicht, daß man unter gewissen Umständen in alle Körper eindringen kann, oder daß kein Körper absolut fest ist. Das sogenannte Festmachen einiger Taschenspieler und Anderer ist bloß Täuschung. Zum Festmachen bedient man sich des Panzers, des Fingerhutes.....

§. 3. Beweglichkeit und Trägheit.

1.) Der Zustand, in dem sich ein Körper im Raume befindet, ist

entweder Ruhe — absolute oder relative —
oder Bewegung

2.) Die Erfahrung lehrt,

a) daß das Behaupten des Raumes, welchen ein Körper einnimmt, nicht so weit geht, daß dieser an seinen Ort gebunden wäre — Jeder Körper kann den Ort, worin er sich befindet, wenn eine bewegende Ursache auf ihn wirkt, verlassen, und in einen andern übergehen, d. h. jeder Körper ist beweglich oder hat Beweglichkeit. —

b.) daß kein Körper aus dem Zustande der Ruhe in jenen der Bewegung oder aus dem Zustand der Bewegung in den der Ruhe selbstthätig überzugehen vermag; diese Unfähigkeit eines Körpers seinen Zustand in Hinsicht der Ruhe und Bewegung durch sich selbst zu ändern, heißt Trägheit.

ad a.

1.) Bei der Bewegung eines Körpers kommt vorzüglich in Betracht

I.) die bewegende Ursache — bewegende Kraft —
II.) der Weg, der durchlaufen wird und
III.) die Zeit, innerhalb welcher die Bewegung geschieht.

ad I.

1.) Bei jeder bewegenden Kraft ist zu berücksichtigen
α.) der Angriffspunkt,
β.) die Richtung und
γ.) die Stärke oder Intensität (P.)

2.) Mehrere in derselben Zeit wirkende Kräfte sind
α.) entweder zusammenwirkend und geben eine zusammengesetzte Kraft oder
β.) nicht zusammenwirkend und dann sind sie als Kraft (aktive Kraft) und
Gegenkraft (passive Kraft) oder Hinderniß wirkend.

ad II.

Der Weg oder Raum, (spatium = S), welcher durchlaufen wird, kann sein
α.) geradelinig oder
β.) krummlinig.

ad III.

Alle bewegenden Kräfte, welche in der Natur thätig sind, bringen ihre Wirkung nur während einer gewissen Zeit (tempus = T) hervor.

Die Thätigkeit kann sein
α.) momentan, d. i. nur eine unmeßbare Zeit lang wirkend oder
β.) continuirlich, d. i. eine angebbare Zeit ununterbrochen fortwirkend.

ad α.

Wenn eine Kraft auch nur momentan wirkt, so erzeugt sie doch eine dauernde Bewegung und wenn kein Hinderniß thätig auftritt, so folgt die bewegte Masse einer geraden Linie und legt in gleichen Zeiten gleiche Räume zurück. Man nennt eine solche Bewegung eine gleichförmige. Das Bestreben

des Körpers nach der einmal begonnenen Bewegung vermöge der Trägheit in einer bestimmten Zeit einen bestimmten Raum zu durchlaufen, heißt seine Geschwindigkeit (celeritas = C.) [2])

ad β.

Continuirlich bewegende Kräfte bringen ungleichförmige Bewegung hervor, und zwar
beschleunigte (von cont. act. Ursachen)
verzögerte (von cont. pass. Ursachen.)

Die Geschwindigkeit bei ungleichförmiger Bewegung ändert sich in jedem Momente.

2. Bewegte Körper wirken selber um so stärker, je größer ihre Masse und je größer ihre Geschwindigkeit ist, oder das Moment der Bewegung ist um so größer, je größer das Produkt aus der Masse und der Geschwindigkeit ist. [3])

Erscheinungen zum Beweise dieses Satzes: Eine Kugel oder ein anderer Körper mittelst unserer Geschütze gegen einen Körper geworfen, bringt viel größere Wirkungen hervor als mittelst der Hand oder einer Wurfmaschiene der Alten geschleudert. Die Kraft der Lavinen ist um so größer, je schneller diese fallen. Ein Wassertropfen, der von bedeutender Höhe herabkommt, kann ausserordentlichen Schmerz verursachen. Schläge, Stöße werden vorzüglich empfindlich, wenn der schlagende oder stoßende

---

[2]) Um den Weg, die Zeit und die Geschwindigkeit gleichförmig bewegter Körper zu finden, hat man:

$$S = c.\ t;\ t = \frac{S}{c};\ c = \frac{S}{t}.$$

[3]) D. h. $P : p = M : m$
$= C : c = G : g$
$= MC : mc = MG : mg.$

Ist $p = 1$, $m = 1$ und $c = g = 1$ so wird das Moment der Bewegung $P = MC = MG$.

Körper sich sehr schnell bewegt. Das Zerschlagen der Steine und anderer Körper oder das Abreißen einiger Körper wird bewirkt durch die schnelle Bewegung der theilenden Körper.

3.) Ein bewegter Körper wird einen andern, welchen er auf seinem Wege antrifft
wenn dieser in Ruhe ist, in Bewegung setzen oder
wenn dieser in Bewegung ist, seine Bewegung zu ändern suchen.

Dieses heißt die **Mittheilung** der Bewegung. Man hat zu merken, daß die Mittheilung oder Fortpflanzung nicht durch alle Theile augenblicklich geschieht und daß dieselbe Kraft, welche einer kleinern Maße Bewegung mittheilen kann in einer größern sie nicht hervorzubringen vermag.

Erscheinungen: Eine Kugel gegen eine Thüre, die sich leicht in ihren Angeln bewegen läßt, wird, aus einem Gewehr geschossen, die Thüre durchbrechen, aber nicht um die Angel drehen. Ein Schrot gegen eine Glasscheibe geschossen wird dieselbe nicht zersplittern, sondern durchbohren. Ein Stück Holz, dessen Durchschnitt einen Quadratzoll beträgt, welches in Haarschleifen aufgehängt ist, wird durch einen schnellen Schlag entzwei gebrochen, ohne daß die Haare zerreißen. Wer einen Ambos auf der Brust zu tragen vermag, der kann auch auf dem auf der Brust liegenden Ambos schmieden lassen.

ad b.

Die Körper sind wie die Erfahrung lehrt nicht blos beweglich, sondern auch **träge**.

Daher das rückwärts und vorwärts Beugen des Kopfes beim Abfahren oder Stillstehen eines Wagens auf dem man sitzt. Aus diesem Grunde können auch Kunstreiter durch Ringe springen, und kommen wieder auf ihr Pferd, welches im schnellsten Laufe den Weg fortsetzt. Auf einem schnell laufenden Pferde oder auf einem schnell segelnden Schiffe können Gegenstände in die Höhe geworfen und wieder gefangen werden. Deßhalb

wird derjenige, der beim Fahren aus einem Wagen gegen die Vorderräder springt, vorwärts fallen und der gegen die Hinterräder springt, der Gefahr zu fallen leicht entkommen . . .

Wenn eingewendet wird, daß sehr wenige Körper durch eine kurze Zeit wirkende Kraft in Bewegung gesetzt eine dauernde Bewegung zeigen, so ist zu bemerken, daß dieses durch Hindernisse verursacht wird. Solche Hindernisse sind vorzüglich:

Widerstand der Mittel, in denen sich die Körper bewegen z. B. Wasser, Luft,
Reibung ꝛc.

Der Widerstand des Mittels ist um so größer,
je dichter das Mittel ist,
je schneller die Bewegung geschieht,
je größer die das Mittel theilende Fläche ist.

Die Reibung, welche in vielen Fällen sehr nützlich ist, wird vermindert.
durch Glätten, Poliren ꝛc.
durch Ausfüllen der Vertiefungen — Schmieren —
durch Umwandlung der Berührungsflächen — Radschuh.

§. 4. Theilbarkeit.

1.) Theilbarkeit ist diejenige Eigenschaft, welcher zufolge ein Körper sich in kleinere Körper zerlegen läßt.

Die Theile der Körper können dieser gemäß nicht bloß mathematisch, sondern auch physisch von einander getheilt werden; es gibt sogar mehrere Arten physischer Theilung.

2.) Die Theile (Körperchen), aus denen die Körper bestehen heißen Atome, Molekel, Aggregattheile.

Wie weit die Theilbarkeit gehe, ist nicht anzugeben; man hat aber Beispiele von unglaublichen Erscheinungen. Der Zoll ist z. B. in 32000 gleiche Theile getheilt worden. Goldarbeiter können ein Gran Gold, welches die Größe eines Senfkorns hat,

in 200 Millionen gleiche Theile theilen. Gold auf Kupferdraht kann ausgedehnt werden, daß 14 Millionen Blättchen aufeinander gelegt, erst die Höhe eines Zolls geben. Ein Gran Moschus soll 320 Quadrillionen Theilchen geben, von denen jedes ein Geruchsorgan zu affiziren vermag. Ein Gran Carmin färbt 20 Pfund Wasser merklich roth und jedes als roth bemerkbare Theilchen hat die Größe von $\frac{1}{300000000}$ Zoll. Es wird ein Kirschkern gezeigt mit 180 deutlich eingeschnittenen Gesichtern. Aus einem Pfefferkorn ward eine Dose verfertigt, in der 1200 aus Elfenbein — jede mit zierlich gearbeitetem Fuße und vergoldetem Rand — eingeschachtelt sind. Eine Nähnadel ihrer Feinheit wegen zu bewundern, läßt sich abschrauben und dient als Nadelbüchse einer ähnlichen, diese läßt sich wieder abschrauben u. s. f., so daß zehn Nadeln in einander stecken. Theilungen durch Spinnerinnen, Feinweber, Maler, der Naturforscher (z. B. von Ehrenbergs Infusionsthierchen) sind bekannt.

Theilmaschine.

§. 5. Porosität.

Porosität ist jene Eigenschaft der Körper, vermöge welcher die Aggregattheile nicht bis zur vollkommensten Berührung einander genähert sind, sondern in gewissen Abständen von einander erhalten werden und so Zwischenräume, Poren genannt, in den Körpern bilden.

Die Schweißlöcher in den Häuten der Thiere und Menschen heißen vorzugsweise Poren.

Die Poren werden manchmal deutlich mit natürlichem Auge wahrgenommen z. B. an Korkholz, Schwamm, Löschpapier, Bimstein..... oder sie verrathen sich durch mannigfaltige Erscheinungen z. B. an Leder, Nußschalen, Eierschalen, Marmor.

Diese Eigenschaft der Körper ist von großem Nutzen z. B. beim Räuchern, Salben....

§. 6 Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit.

Ein und derselbe Körper enthält nicht unter allen Umständen bei demselben Volum gleich viel Masse; denn die Erfahrung lehrt, daß sich der Rauminhalt eines Körpers vergrößern und verkleinern läßt; d. h. daß die Körper ausdehnbar sind.

Die Ausdehnung oder Zusammendrückung kann durch mechanische (von außen angebrachte Kräfte) oder vorzüglich durch Erwärmung und Erkältung bewirkt werden.

Beispiele, welche nachweisen, daß mechanische Kräfte die Körper ausdehnen und zusammendrücken können, hat man unter andern folgende:

Befestigt man einen dünnen Stab von Holz, Metall od. dgl. an einem Ende und bringt am andern ein Gewicht an, welches die beiden Enden in größere Entfernung zu bringen sucht, so bemerkt man auch wirklich eine Verlängerung des Stabes. Ein Zwirnfaden, ein Metalldraht, ein Streifen Kautschuk läßt sich schon durch den Zug mit der Hand verlängern, so daß wirkliche Volumen-Vergrößerung eintritt.... Wird ein solcher Körper zusammengedrückt, so erfolgt Volumen-Verminderung z. B. beim Münzenprägen.

Beispiele, welche nachweisen, daß die Temperaturwirkung das Volum der Körper abändern kann, wird die Lehre von der Abstoßungskraft angeben.

§. 7. Temperatur.

1.) Wir können keinen Körper betasten, ohne zugleich eine Empfindung verschieden von dem Widerstand durch Undurchdringlichkeit wahrzunehmen, welche von einem gewissen Zustande der Körper erwirkt wird, welcher die Temperatur des Körpers heißt.

2.) Man spricht von Graden der Temperatur und zwar

a.) vom niedern, welcher gewöhnlich mit dem Worte Kälte und

b.) vom hohen, welcher gewöhnlich mit dem Worte Wärme bezeichnet wird.

3.) Die Erfahrung lehrt; daß die Temperatur eines Körpers

a.) steigen von der Kälte zur Wärme und

b.) fallen d. i. von der Wärme zur Kälte übergehen kann.

ad a.

Wenn ein Körper zu einem andern kommt und letzterer eine höhere Temperatur hat oder wärmer ist, so wird auch er eine höhere Temparatur annehmen.

Erwärmen.

ad b.

Wenn ein Körper zu einem andern kommt, und letzterer eine niederigere Temperatur hat — oder kälter ist — so wird auch er auf eine niederigere herabsinken.

Abkühlen.

Man nennt diesen Hergang die Mittheilung der Wärme.

Die Mittheilung findet auch im Innern eines jeden Körpers statt, dessen Theile ungleich warm sind; hier heißt sie ein Fortschreiten der Wärme.

4.) Nach Maßgabe der größern oder geringern Schnelligkeit, mit welcher die Mittheilung durch die Körper geschieht, heißt man die Körper

gute oder
schlechte Wärmeleiter.

Die Metalle und zwar: Silber, Gold, Kupfer, Zinn, Platina, Eisen, Stahl, Blei ... sind die besten Wärmeleiter; weniger gute Leiter sind: die Steine, die Ziegeln, das Glas; schlechte Leiter sind: Federn, Haare, Wolle, Stroh, Heu,

Holz, Kohlen, Horn, vorzüglich Schnee, Eis und die atmosphärische Luft.

So oft man schnell Wärme verbreiten will, so oft bedient man sich der guten Wärmeleiter; und umgekehrt so oft man die Wärme zurückhalten will, so oft umgibt man den wärmern Körper mit einem schlechten Wärmeleiter.

Will man schnell Gemächer heizen, so geschieht dieses eher durch eiserne Oefen als durch Oefen aus Thon, welche aber die Wärme länger behalten. Betten, Pelze, wollene Kleider... schützen uns vor Kälte. Hölzerne mit Stroh gedeckte Hütten bleiben im Winter länger warm als gemauerte, mit Ziegeln gedeckte Häuser. Weinreben, Bäume, Wasserpumpen werden im Winter mit Stroh umgeben. Vor Kelleröffnungen wird Stroh gelegt, damit die Kälte nicht eindringt. Die meisten unserer Wintersaaten würden erfrieren, wenn sie nicht im Winter durch eine Decke von Schnee geschützt würden. Durch den Gebrauch von Doppelfenster wird unglaublich viel Holz erspaart.

NB. Was die Wärme ist, — ob eine bloße Kraftäußerung oder ob eine ungemein feine Flüßigkeit — ist noch nicht bestimmt erkannt.

II. Kapitel.

Sondernde Eigenschaften der Körper.

I. Artikel. Aeußere sondernde Eigenschaften.

Dem Aeußern nach unterscheiden sich die Körper vornehmlich durch die Art der Verbindung ihrer Theile d. h. durch ihren Aggregationszustand und man theilt sie diesem nach ein
in feste und
in flüßige Körper.

§. 1. Von den festen Körpern.

1.) Die festen Körper sind von einer selbstständigen Gestalt, und man braucht, um ihre Theile von einander zu verschieben, eine bemerkbare Kraft.

2.) Die festen Körper zeigen sich aber verschieden, wenn man sie betrachtet

a.) in Hinsicht des Grades ihrer Festigkeit, und

b.) in Hinsicht ihres Zustandes nach der Wirkung einer auf sie angewendeten Kraft.

ad a.

In Bezug auf den Grad der Festigkeit werden oft mehrere Stufen angegeben; *) wir unterscheiden blos

zwischen harten und

zwischen weichen Körpern.

*) Man hat z. B. in der Mineralogie 10 Grade der Härte bei den Steinen.

ad b.

Betrachtet man die festen Körper, nachdem eine bemerkbare Kraft zur Verschiebung ihrer Theile auf sie angewendet wurde, so können sie sich zeigen:

a.) als spröde, d. h. als solche, in denen der Zusammenhang der Theile schon bei geringer Verschiebung aufgehoben wird — z. B. Glastropfen, Bologneserfläschchen . .

b.) als nicht spröde d. h. als solche, in denen der Zusammenhang der Theile durch geringe Verschiebung nicht aufgehoben wird.

Diese letztern aber können wieder sein:

α.) elastisch, wenn die Theile nach Aufhören der Ursache der Verschiebung wieder in die früheren Lagen zurückkehren z. B. Kautschuk, Federn, Elfenbein .... oder

β.) dehnbar (geschmeidig, biegsam), wenn die Theile die ihnen aufgedrungenen Lagen behalten z. B. Blei, Kupfer.... Weil manche Körper dehnbar sind, so können sie zu Draht oder dgl. gezogen werden.

Jeder Körper ist etwas elastisch. Maaß der Elastizität?

Ein und derselbe Körper zeigt sich oft nach verschiedener Behandlung verschieden in Hinsicht der Festigkeit; z. B. Glas kann spröde und elastisch sein.

§. 2. Von den flüßigen Körpern.

1) Die flüßigen Körper sind nicht von einer selbstständigen Gestalt, und ihre Theile lassen sich durch die geringste Kraft von einander verschieben.

2.) Die flüßigen Körper werden eingetheilt
a.) in tropfbar flüßige, und
b.) in ausdehnsam flüßige.

ad a.

Die tropfbar flüßigen Körper lassen sich äußerst schwierig zusammendrücken, und heißen deßhalb auch unzusammendrückbare flüßige Körper.

Die fast gänzliche Unzusammendrückbarkeit des Wassers benützt man in der Brachma'schen Presse.

ad b.

Die ausdehnsamen Flüßigkeiten charakterisiren sich durch ihre Zusammendrückbarkeit und durch das unausgesetzte Bestreben aller Theile sich von einander zu entfernen, ihr Volumen immer zu vergrößern. Expansivkraft.

Diese Flüßigkeiten zerfallen wieder
α.) in Gase, und
β.) in Dünste, und letztere wieder
in Dünste im engern Sinn, und
in Dämpfe.

Von der Zusammendrückbarkeit und der Elastizität der atmosphärischen Luft kann man sich überzeugen durch den kartesianischen Taucher

Keiner der Aggregationszustände ist einem Körper absolut eigen; es kann sogar derselbe Körper fest und flüßig und zwar tropfbar

und ausdehnsam sein, z. B. das Wasser — Eis, Wasser im gewöhnlichen Zustand, Dampf. Der Demant kann in Gas verwandelt werden.

II. Artikel. Innere sondernde Eigenschaften der Körper.

1.) Die oberflächlichste Betrachtung der Körper zeigt, daß nicht alle Verschiedenheit derselben von der Verbindungsweise ihrer kleinsten Theile herrühre, sondern daß man auch eine materielle Verschiedenheit dieser annehmen müsse. Es sind z. B. Wasser und Weingeist, obwohl tropfbar flüßig, gleichfarbig ... doch verschieden.

Man hat in der That gefunden bei Untersuchung der zur Betrachtung vorgelegten Körper, indem man diese bis in ihre letzten oder ersten Bestandtheile aufzulösen suchte, und indem man vorhandene Stoffe zusammen gab,

a.) daß die Körper aus bis jetzt (56 oder 58) bekannten Elementen oder letzten Stoffen bestehen, und

b.) daß die Verbindung der Theile zu Körpern geschieht

α.) nach gewissen quantitativen, und

β.) nach gewissen qualitativen Gesetzen.

ad a.

Die Körper können daher materiell von einander verschieden sein, weil sie aus verschiedenen Stoffen bestehen. Es ist z. B. Zinnober (bestehend aus Schwefel und aus Quecksilber) verschieden von Bleiglanz (bestehend aus Schwefel und aus Blei).

ad b.

α.) Die Körper können materiell verschieden sein, weil die Verbindung der Elemente zu Körpern nach quantitativen Verhältnissen geschieht, d. h. weil eine gewisse Zahl von Molekeln von diesem oder jenem Stoffe sich vereiniget. Z. B. Stahl wie Roheisen besteht aus Eisen und Kohlenstoff; verschieden sind aber beide von einander, weil das Roheisen weniger Kohlenstoff als der Stahl enthält.

β.) Die Körper können materiell verschieden sein, weil die Verbindung der Elemente zu Körpern nach qualitativen Gesetzen geschieht, d. h. weil sich die Atome (oft in gleichen quantitativen Verhältnissen vorhanden) in verschiedenen gruppirten Theilchen an einander reihen. Es besteht z. B. Stärkemehl und Gummi aus gleichviel Theilen Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff; verschieden sind beide von einander, weil die Molekeln von diesen Stoffen in verschiedenen Gruppen aneinander gereiht sind.

Merkwürdig ist, daß aus der Verbindung der heterogenen Stoffe oft ein Ganzes hervorgeht, das Eigenschaften hat, welche von denen der Bestandkörper wesentlich abweichen. Zinnober z. B. hat andere Eigenschaften als Schwefel und Quecksilber.

Es geschieht der Körper Bildung, von welcher hier die Rede ist, wenn die Körpertheile in unmerklichen Distanzen voneinander sind, und wenn sie ungehindert aufeinander wirken können. Ungehindert können sie vorzüglich aufeinander wirken, wenn sie flüßig sind — daher der Satz der Alten: Corpora non agunt, nisi fluida. Im flüssigen Zustande versetzt werden die Stoffe zu einander gebracht, zusammengegossen, und zeigen dann jene Erscheinungen, welche die Chemie weiter zu erörtern hat. Das Produkt, welches aus der chemischen Vereinigung der Stoffe hervorgeht (oder auch den Prozeß, wodurch es gebildet wird), nennt man eine chemische Mischung, oder wenn sich ein fester Körper mit einem flüßigen zu einem flüßigen Produkte vereiniget, eine Auflösung zum Unterschiede von dem Produkte einer blos mechanisch wirkenden Kraft, welches ein Gemenge heißt.

II. Abschnitt.

Das Allgemeine von den Kräften.

I. Kapitel.

Attraktion oder anziehende Kraft.

1.) Die Attraktion oder allgemeine Anziehungskraft der Materie hat das Eigenthümliche, daß sie aller Materie gegen alle zusteht, folglich allen Körpern innewohnt. Sie setzt die Körper gegen einander in Bewegung, nähert sie und sucht sie zu vereinigen. Ihre Wirkung ist auch im Raume ohne Grenzen, sie pflanzt sich von jedem Körper aus durch den Weltraum fort gegen jeden Körper. Ihre Stärke (P) steht im Verhältnisse mit der Menge der anziehenden und angezogenen Massetheilchen und mit dem Quadrate der zunehmenden Nähe. [4])

2.) Als Arten der Attraktion kann man nennen

1.) die Schwere und die Gravitation,

2.) die Cohäsionskraft,

3.) die Adhäsion, Capillaritätskraft, Absorptions-, Auflösungs- und Mischungskraft,

4.) die Krystallisationskraft, und

5.) die Affinitätskraft.

§. 1. Von der Schwere und der Gravitation.

I. Von der Schwere, von dem Gewichte, und von der Dichte.

1.) Die Schwere besteht in dem Bestreben der Körper zur Erde zu fallen und äußert sich ohne Ausnahme an allen Materiellen auf der Erde durch dessen wirklichen Fall, oder, wenn diesem ein Hinderniß entgegensteht, durch einen Druck auf

---

[4]) Bezeichnet D die Distanz der Masse M von m, so wird

$$P = \frac{M.\,m}{D^2}.$$

das Hinderniß. Rauch, Wolken u. dgl. sind somit eben so gut schwer als wie Metall. Sie schwimmen in der atmosphärischen Luft wie Korkholz (dem Niemand die Schwere abstreitet) vom Wasser getragen wird. Also alle Körper sind schwer und zwar an einem und demselben Orte gleich schwer, wie Versuche mit dem Pendel und der Luftpumpe zeigen. —

Die Richtung der Schwerkraft erkennen wir vorzüglich an freifallenden Körpern oder auch an Senkeln

Eine Linie parallel der Richtung der Schwerkraft heißt Vertikale. Vertikale nahe beisammen sind parallel, nicht nahe beieinander sind convergirend nach dem Centrum der Erde.

Eine Senkrechte auf eine Vertikale heißt Horizontale.

2.) Von der Schwere eines Körpers ist zu unterscheiden das Gewicht desselben.

Gewicht eines Körpers heißt der Druck, den ein Körper auf seine horizontale Unterlage vermöge der Schwere ausübt.

Das Gewicht heißt absolutes (P), wenn keine Rücksicht auf den Rauminhalt genommen ist; respektives (R), wenn auf den Rauminhalt Rücksicht genommen wird, und spezifisches oder eigenthümliches (S), wenn das respektive eines Stoffes (R) mit dem (r) eines andern (gewöhnlich des destillirten Wassers), zur Einheit (S = 1) angenommen verglichen wird.

Durch die Größe des Gewichtes wird mittelbar die Größe der Masse bestimmt. [5])

Maaß um die Gewichtsgrößen anzugeben ist der Zentner, d. i. der Druck, welchen Regenwasser, einen Würfel mit der Kante 1′ 3″ 2‴ bay. füllend, ausübt, welcher 56000000 Miligramme enthält.

Das gewöhnlich gebrauchte Gewichtsmaaßinstrument heißt Wage.

---

[5]) $P : p = M : m$.

3.) Vergleicht man die Gewichte zweier gleichmaterieller, gleichbehandelter Körper von verschiedenen Volum und gleicher Temperatur, so findet man, daß sie im geraden Verhältnisse mit dem Rauminhalte stehen. Dieses ist aber nur selten der Fall bei materiell verschiedenen.[6]) Man nennt denjenigen, der bei demselben Volum mehr Gewicht hat, als ein anderer, **dichter**, und zwar in dem Verhältnisse dichter.

Dichte (D) gleichförmige, ungleichförmige, mittlere

Destillirtes Wasser (bei 3° R) gibt die Einheit der Dichte.

II. Gravitation.

Die **Gravitation** ist diejenige Attraktionskraft oder Schwere, welche die im Weltenraume ausgestreuten Körper anzieht, und zusammenzubringen sucht.

Die Gravitation muß die Kosmographie vorzüglich berücksichtigen.

§. 2. Von der Cohäsionskraft.

Sucht man die Theile eines Körpers durch Ziehen in gerader Linie und nach entgegengesetzter Richtung von einander zu entfernen, so gewahrt man einen Widerstand, welcher zu einem gewissen Grade der Dehnung wächst, jedoch überwältiget werden kann, so daß der Zusammenhang der Körpertheile oder die **Cohärenz** aufgehoben wird; dieser Widerstand ist Wirkung der **Cohärenzkraft**.

Cohäsion bezeichnet somit die Stärke des Zusammenhanges der Theile eines Körpers, so lange er noch wirklich ein ungetrenntes Ganze bildet.

Die festen Körper haben die stärkste Cohärenzkraft, ihretwegen haben die Körper die selbstständige Form; eine geringere die tropfbar flüßigen, und die geringste die ausdehnsam flüßigen;

---

[6]) Es ist $M = V\,D$, daher $P = g\,V\,D$;
ferner wenn $g\,D = S$, so ist $P = S\,V$;
dann $g\,d = s$ und $g\,D = S$, woraus $d : D = s : S$.

und die flüßigen Körper haben wegen der Kleinheit dieser Kraft keine selbstständige Gestalt.

Es gibt manche Mittel die Cohäsion zu verstärken z. B. bei den Metallen das Schmieden, Hämmern; bei Papier, Leder, das Pressen; bei Tüchern das Walken....

Man kann die Cohärenz der Körpertheile überwältigen durch Zerreißen, Zerbrechen, oder Zerdrücken der Körper; braucht aber gewöhnlich verschiedene Größen der Theilungskraft.

Die Cohäsion der festen Körper zeigt in verschiedenen Körpern verschiedene Grade und ist unter andern von dem Physiker Muschenbrök zweckmäßig untersucht worden.

§. 3. Adhäsionskraft, Capillaritätskraft, Absorptions-, Auflösungs- und Mischungs-Kraft.

I. Adhäsionskraft.

Das Zusammenhängen zweier Individuen derselben oder verschiedener Art begründet die Adhäsionskraft. Beispiele der Adhäsion geben das Zusammenhalten zweier glatt gemachter Metall- Marmorplatten, das Löthen, Kitten, Leimen, das Anhängen der tropfbarflüßigen an feste (Malen, Schreiben), der schottische Dreher, Veras Seilmaschine.

Um das Unangenehme aufzuheben, wenn an Gefäßen auslaufende Flüßigkeiten ablaufen, so versieht man sie mit Ausgußröhren oder mit Schnabel.

II. Kapillaritätskraft.

Da alle Körpertheilchen schwer sind, und da in flüßigen Körpern die Cohäsion gering ist, so sollen Flüßigkeiten in sogenannten Communications-Gefäßen (das sind solche, in denen der Uebergang von dem einen in das andere nicht ge-

sperrt ist) eine und dieselbe horizontale Fläche mit ihren obersten Theilen berühren, d. h. so sollen Flüßigkeiten in diesen Röhren im Gleichgewichte stehen; dieses ist aber nicht allezeit der Fall. Taucht man nämlich ein enges Röhrchen in Wasser so erhebt sich dieses im Röhrchen und steht zuletzt (wenn die innere Wand gehörig naß geworden ist) bedeutend hoch über der Oberfläche der Flüßigkeit ausserhalb der Röhre und zwar um so höher je geringer der Durchmesser [7]) des Röhrchens ist. Taucht man die Röhre in Quecksilber, so stehet das Quecksilber in der Röhre tiefer.

Die allgemeine Schwere und ferner die geringe Cohärenzkraft forderte, daß die ganze Oberfläche von Flüßigkeiten in Gefäßen horizontal und bei nicht großen Gefäßen eben sei; aber auch dieses ist nicht der Fall. Man kann sich leicht überzeugen, daß solche Flüßigkeiten, welche die sie enthaltenden Gefäße benetzen, eine concave, und solche, welche die Gefäße nicht benetzen eine convexe Oberfläche haben. Diese Erscheinung kann man bemerken selbst dann, wenn ein Gefäß von einiger Größe ist; man sieht die Flüßigkeit an der Wand, welche benetzt wird, in die Höhe gezogen, und wenn sie nicht benetzt wird, deprimirt. Man nennt derartige Erscheinungen Capillaritätsphänomene, und die Kraft, welche diese hervorbringt Capillaritäts- oder Haarröhrchen-Kraft.

Stellt man zwei reine Glastafeln unter einen sehr spitzigen Winkel zusammen, und taucht sie so, daß ihre Vereinigungslinie vertikal steht, in Wasser, so erhebt sich dieses und die obersten Punkte der gehobenen Masse bilden eine Hyperbel.

---

[7]) D. i. $h : h_{\prime} = d : d_{\prime}$ wo d und $d_{\prime}$ die innern Röhrendurchmesser, dann h und $h_{\prime}$ die Flüßigkeitshöhen bezeichnen.

Beispiele geben: das Aufschwellen der Stricke, der Darmsaiten, des Holzes.... wenn sie feucht werden; das Eindringen jeder Flüßigkeit in Schwamm, Löschpapier u. dgl.; das Aufsteigen der Milch im Zucker, wenn von diesem auch nur ein kleiner Theil die Flüßigkeit berührt; das Feuchtwerden des Sandes, der Asche, der Mauern ꝛc. durch ein in der Nähe befindliches Wasser; das Erheben des flüßigen Wachses und Talges, dann des Oeles im Lampendochte; das Ueberleiten des Wassers aus einem Gefäße in ein anders mittels eines aus Flachs geflochtenen Zopfes; das Befeuchten des Psychrometers; u. s. w.

III. Absorption, Auflösungskraft und Mischungskraft.

Die Adhäsionskraft ist oft stark genug, um andere Kräfte z. B. die Expansivkraft, durch welche Gase ihren Raum beständig zu erweitern suchen, die Cohärenz, und das Gewicht zu überwältigen, und dadurch besondere Erscheinungen hervorzubringen, die unter den Namen **Absorption**, **Auflösung** und **Mischung** vorkommen.

1.) Die **Absorption** findet vorzüglich an porösen und fein gepulverten Körpern statt und besteht darin, daß von diesen Körpern ausdehnsame Körper (besonders Gase) in die Zwischenräume aufgenommen und in denselben verdichtet werden; solche Körper bieten nämlich den Gasen eine im Verhältniß zu ihrer Größe besonders große Fläche dar und es kann demnach die Adhäsion in einer großen Ausdehnung geschehen.

Absorbirende Körper sind unter andern Seidenzeuge, Wollenzeuge, Kohle, Platinschwamm, Weine, Bier.

2.) Wirkt die Adhäsionskraft, welche zwischen einer tropfbaren Flüßigkeit und einem festen Körper statt findet, daß dadurch die Cohärenz letzterer überwältiget wird, so sagt man, er **löse** sich in der Flüßigkeit auf; die Kraft, welche wirkend ist, heißt **Auflösungskraft**; die Flüßigkeit ist das **Auflösungs**-

mittel und das Produkt ist die Auflösung. Wenn das Auflösungsmittel so viel aufgelöst hat, daß es nichts mehr auflösen kann, so sagt man, sie ist gesättiget; z. B. wenn man in Wasser sogenanntes Kochsalz gibt, so wird nur eine bestimmte Menge von letzteren aufgelöst, und durch diese bestimmte Menge wird das Wasser mit Salz gesättiget.

3. Zwei tropfbare Körper von verschiedenen spezifischen Gewichte sollen sich in Schichten absondern und übereinander lagern. Der Erfahrung zu Folge kann aber die Adhäsion zwischen Flüßigkeiten die Wirkungen des Gewichtes modificiren und selbst aus ungleich dichten ein gleichförmiges Gemenge erzeugen, z. B. Wein und Wasser lagern sich nicht nach dem spezifischen Gewichte über einander wie Oel, Wasser, Quecksilber, wenn sie nicht sehr vorsichtig aufeinander gegossen werden.

§. 4. Krystallisationskraft.

Jene Kraft, vermöge welcher die Atome der unorganischen Körper unter günstigen Umständen zu bestimmten regelmäßigen von symetrischen Flächen begrenzten Körpern gruppiren, kann mann Krystallisationskraft nennen.

Durch diese Kraft (auch Molekularkraft genannt), welche man zur Thätigkeit einleiten oder welcher man in ihrer Thätigkeit zu Hilfe kommen kann, werden Gebilde von ebenen Begrenzungsflächen und somit auch von scharfen Ecken und Kanten, während durch die Lebenskraft, in den organischen Körpern thätig, Körper mehr von krummen Begrenzungsflächen und rundlicher Form entstehen.

Mehreres von dieser Kraft in der Naturgeschichte.

§. 5. Affinität.

Die Affinität (chemische Anziehung, Wahlanziehung, chemische Verwandtschaft) bewirkt die Vereinigung ungleichartiger Stoffe zu einem gleichartigen Ganzen mit Eigenschaften, welche

am öftesten von denen der Bestandtheile abweichen. Diese Kraft hat nicht blos die Cohärenz, Expansivkraft, und das Schichtungsvermögen zu überwältigen, sondern sie muß die gleichartigen Atome der verbundenen Körper trennen und dann die ungleichartigen mit einander vereinigen.

Weitläufiger erörtert diese Kraft die Chemie.

II. Kapitel.

Repulsion oder abstoßende Kraft.

1.) Wenn man auch noch nicht anzugeben weiß, was die Wärme ist, so ist man doch überzeugt, daß mit der Aenderung des Temperaturzustandes eines Körpers immer die Aenderung des Volumens dieses Körpers nothwendig verbunden erscheint; und zwar zeigt die Erfahrung, daß mit der Temperatur-

a.) Erhöhung eines Körpers das Volumen dieses Körpers größer, und

b.) Erniederung eines Körpers das Volumen dieses Körpers kleiner wird.

2.) Weil die Wärme vorzüglich als abstoßende Kraft wirkt (also nicht um angeben zu wollen, daß die Wärme blos als abstoßende Kraft angesehen werden soll), so wird hier die Lehre von der Repulsion betrachten:

I.) die Wirkungen der Wärme,

II.) die Bewegung der Wärme, und

III.) die Quellen der Wärme.

I. Artikel. Wirkungen der Wärme.

Als Wirkungen der Wärme kennt man

1.) die Veränderung des Volumens eines jeden Körpers,

2.) die Veränderung des Aggregationszustandes eines jeden Körpers, und

3.) die Erregung einer eigenthümlichen Empfindung an belebten Wesen.

§. 1. Von der Veränderung des Volumens der Körper durch Wärme und von den Temperaturmaaßen.

I. Vergrößerung des Volumens durch Wärme.

1) Wärme dehnt die Körper aus, Kälte zieht sie zusammen.

Bei gleicher Wärme dehnen sich die ausdehnsamen flüssigen am meisten, die tropfbar flüssigen weniger und die festen Körper am wenigsten aus.

Erscheinungen: Eine schlaff zugebundene Blase von einer niedern in höhere Temperatur gebracht, dehnt sich aus. Quecksilber, Wasser, Milch, Oel ꝛc. steigen in einem Gefäß in die Höhe, wenn ihre Temperatur erhöht wird. Eine metallene Kugel fällt durch einen Ring, durch welchen sie im glühenden Zustand nicht gebracht wurde, wenn sie abgekühlt ist.

Thon, Holz, Obst u. dgl. getrocknet machen nur scheinbare Ausnahmen; denn beim Trocknen gehen Theile (Wasser) hinweg.

Vom Wasser aber ist zu merken, daß es nicht bei dem tiefsten Temperaturgrad die größte Dichte hat; am dichtesten ist es vor dem Gefrieren (bei + 3° R.). Deßhalb nimmt das Eis in Flüssen, Seen... nicht die tiefste Stelle ein; und Gefäße springen, wenn Wasser in ihnen gefriert.

Höchst weise ist diese Ausnahme vom Ordner der Natur!

2) Die Vergrößerung des Rauminhaltes eines Körpers durch Temperaturerhöhung steht mit der Größe dieser Erhöhung in genauer Verbindung, so daß man auf diese schließen kann, und es ist die Größe der Ausdehnung eines Körpers der sicherste Maaßstab für die Größe der Temperatur, und deßhalb hat man die Ausdehnung der Körper durch Wärme zum Verfertigen von Temperatur- oder Wärme-Messern (Thermometern) benützt.

Man gelangt auf diese Weise zu weit genaueren Vorstellungen von Temperaturen, als es durch das Gefühl möglich wäre, dessen Angaben allzu sehr von dem Zustande des Fühlenden abhängen würde. Bringt man z. B. eine Hand in kaltes Wasser, die andere in heißes, so empfindet man in der erstern Frost, in der zweiten ein Brennen; läßt man die Hände so lange im Wasser, bis man die verschiedenen Gefühle fast nimmer empfindet und bringt dann schnell beide Hände zugleich in laues Wasser, so fühlt die Hand, welche vorhin Frost empfand, jetzt ein Brennen, und diejenige, welche Brennen empfand, fühlt einen Frost. Ein und dasselbe Wasser kann also heiß und kalt erscheinen.

II. Von den Temperaturmaaßen.

Man hat andere Temperaturmaaße
1) um die gewöhnliche Wärme oder Kälte anzugeben, und andere
2) um große Hitzegrade zu bestimmen.

ad 1.

Die Temperaturmaaße, welche die gewöhnliche Wärme und Kälte angeben, heißen vorzugsweiße Thermometer. Man bedient sich heut zu Tage drei verschiedener Arten, nämlich:
a) der Quecksilberthermometer,
b) der Weingeistthermometer, und
c) der Luftthermometer.

Das Luftthermometer, welches um 1630 von Cornelius Drebbel, einem holländischen Landmanne erfunden worden, wird in der Lehre vom Gleichgewichte der Gase weiter besprochen.

ad a.

Das Quecksilberthermometer (das gewöhnlichst gebrauchte) besteht aus einer gläsernen, engen, wohl kalibrirten Röhre, an deren einem Ende ein ihrer Weite angemessenes, meist kugelförmiges Gefäß angeblasen ist. Dieses wird bis zu einer bestimmten Höhe mit reinem, trockenem Quecksilber gefüllt, und alle Luft, die theils im Quecksilber selbst, theils zwischen dem Quecksilber und Glase enthalten ist, durch Kochen ausgetrieben. Meistens vertreibt man auch die Luft, welche sich oberhalb des Quecksilbers befindet, und schmilzt dann die Röhre zu (nur selten läßt man sie offen). Ein so fertiges Thermometer wird dann mit einer Skala versehen. Zu diesem Zwecke bestimmt man zwei Punkte an der Röhre; den einen (Eispunkt) dadurch, daß man die Röhre in aufthauendes Eis (oder schmelzenden Schnee) senkt, so lange darin läßt, bis die Länge der Quecksilbersäule nimmer schwindet, und dann das Ende der Quecksilbersäule am Glase bemerkt; den andern (Siedpunkt), indem man sie in reines, siedendes Wasser hält und wie vorhin verfährt. Den Abstand dieser zwei Punkte (Fundamentalabstand genannt) theilt man in gleiche Theile oder Grade, und zwar in 80 nach Reaumur, in 100 nach Celsius, in 180 nach Fahrenheit. Bei der Reaumur'schen und Celsius'schen Eintheilung wird der Eispunkt mit 0, bei der Fahrenheit'schen mit 32 bezeichnet. Dadurch entspricht dem Siedpunkte nach der Reaumur'schen die Zahl 80, nach der Celsius'schen 100, nach der Fahrenheit'schen $32 + 180 = 212$. Man kann diese Eintheilung in Grade auch noch natürlich über den Siedpunkt und unter 0 fortsetzen. Man nennt die Grade unter 0 negative (Kältegrade), zum Unterschied von denen über 0, welche man positive (Wärmegrade) heißt.

Das Reaumur'sche war ursprünglich Weingeistthermometer; das Celsius'sche oder Centesimalthermometer wird vorzüglich in Frank-

reich und Schweden gebraucht; das in England vorzugsweise gebrauchte Fahrenheit'sche hat einen natürlichen (bei 32) und künstlichen (bei 0) Gefrierpunkt.

ad b.

Die Weingeistthermometer sind den Quecksilberthermometern ganz ähnlich, werden auch auf gleiche Weise verfertiget, nur mit dem Unterschiede, daß man als thermometrische Flüssigkeit statt Quecksilber starken, gefärbten Weingeist nimmt. Man braucht sie vorzüglich, um niedere Temperaturgrade zu messen.

Ein Quecksilberthermometer ist unter — 30 R. unbrauchbar, denn bei — 32 R. ist das Quecksilber schon fest, während der Weingeist erst bei — 72 R. gefriert.

ad 2.

Zur Bestimmung sehr hoher Grade von Hitze (wie in den Brennöfen, den Steingut- und Porzellanfabrik-Oefen) bedient man sich sogenannter Pyrometer (Feuermesser).

Das Pyrometer von Wedgewood ist weniger zuverläßig als das von Prinsep. Ueberhaupt hat man noch kein vollkommen gutes Pyrometer.

---

[8]) Die Verwandlung einer Skalaangabe in eine andere ist immer eine leichte Rechnung; man hat

$$\tfrac{4}{9}(F-32)=R;\ \tfrac{9}{4}R+32=F;$$
$$\tfrac{4}{5}C=R;\ \tfrac{5}{4}R=C;$$
$$\tfrac{5}{9}(F-32)=C;\ \tfrac{9}{5}.C+32=F.$$

Thermoscop, Differenzialthermometer, Maximum- und Minimum-Thermometer, Thermometrographen, Metallthermometer.

§. 2. Aenderung des Aggregationszustandes der Körper.

1) Durch gehörige Erhöhung der Temperatur gehen alle festen Körper in den tropfbar flüssigen Zustand über, und dieses Uebergehen heißt Schmelzen (-Schmelzpunkt-); und ebenso werden die tropfbar flüssigen Körper durch gehörige Temperaturerhöhung in ausdehnsam flüssige verwandelt, welche Verwandlung man Dunst- und Dampfbildung nennt, (-Siedepunkt-). Durch gehörige Erniedrigung der Temperatur können ausdehnsam flüssige in den tropfbar flüssigen, und tropfbar flüssige in den festen Aggregationszustand gebracht werden. (Gefrierpunkt).

Hat man die Möglichkeit dieser Umwandlungen noch nicht allgemein (noch nicht an Kohle und reiner Thonerde) gesehen, so fehlte es nur an gehörigen Mitteln.

2) Die Wärme, welche ein fester Körper zum Schmelzen, und ein tropfbar flüssiger zum Verdünsten braucht, macht während der Umwandlung keine Temperaturerhöhung, und heißt daher gebunden (latent); bei den entgegengesetzten Umstaltungen bleiben die Körper auch bei einer fixen Temperatur, so lange die Umwandlungen ihrer Aggregationszustände geschehen (obwohl sie immer Wärme verlieren oder abgeben), weil dabei die gebundene Wärme frei wird.

Bringt man z. B. in Schnee oder Eis ein Thermometer, so behält es von dem Momente des Beginns bis zur Beendigung des Schmelzens der ganzen Masse stets denselben Stand. Gefriert Wasser, so zeigt es gewöhnlich 0° R. so lange, bis die ganze Masse fest geworden ist.

Weil durch Verdünstung des Wassers Wärme gebunden wird, so werden Zimmer im Sommer durch Wassersprengen

abgekühlt, so empfindet der aus einem Bade Steigende Frost, so wird durch Anfeuchten der Thermometerkugel die Flüssigkeit in der Röhre zum Sinken gebracht, so werden Getränke in Flaschen durch Umwicklung von nassen Tüchern abgekühlt.

3) Der (höhere oder niedere) Grad einer Temeratur, durch welchen eine gegebene Quantität eines bestimmten Körpers von einem festgesetzten Grad zu einem andern übergeht, oder durch welchen eine gegebene Quantität eines bestimmten Stoffes zum Schmelzen gebracht wird, kann mit dem Worte (größere oder kleinere) Wärmemenge bezeichnet werden.

Die Wärmemenge, welche die Temperatur eines Stoffes um einen Thermometergrad erhöht, heißt spezifische Wärme.

In so fern ein Körper eine größere oder geringere spezifische Wärme in Anspruch nimmt, sagt man, er habe eine größere oder geringere Wärmecapazität.

§. 3. Erregung der eigenthümlichen Empfindung an belebten Wesen.

Die organischen Körper, Pflanzen wie Thiere, können nur bei bestimmten Temperaturen gesund leben. Sind sie einer zu hohen Temperatur ausgesetzt, so leiden sie ein Brennen, sind sie in einer zu niedern, so leiden sie ein Frieren. Das Brennen und das Frieren erklärt man leicht, wenn man weiß, daß die Poren durch Wärme erweitert und durch Kälte verengert werden.

II. Artikel. Von der Bewegung der Wärme.

1) Schon ist angedeutet (I. Abschnitt. I. Kap. §. 7.), daß eine Bewegung der Wärme angenommen wird; und man kann in der That nicht läugnen, daß Körper von hoher Temperatur in kalten Räumen gleichsam Wärmestrahlen, und andere von niederer Temperatur in warmen Räumen gleichsam Kältestrahlen allenthalben um sich, wie Kugeln ihre Radien, aussenden.

Man hat Instrumente, durch welche die strahlende Wärme nicht blos nachgewiesen, sondern sogar gemessen wird.

Die Physik weist nach, daß die Wirkungskraft der Wärme auf entfernte Körper im quadratischen [9]) Verhältnisse zur Nähe stehe.

2) Die Wärmestrahlen (oder Wärmewellen) werden, wenn sie bei Körpern ankommen,

a) durch diese nicht durchgelassen (durch die athermanen), oder

b) durch diese durchgelassen (durch die diathermanen).

ad a.

Wenn Wärmewellen an Flächen von athermanen Körpern ankommen, so werden sie — wohl nicht von allen Körpern gleich — reflektirt [10]), und zwar regelmäßig und zerstreut.

Man kann sich von der Reflexion durch parabolische Spiegel überzeugen.

ad b.

Diejenigen Wärmestrahlen, welche in einen Körper eingedrungen sind, erleiden in demselben,

α) wenn sie nicht senkrecht eingefallen sind, eine Ablenkung von ihrer Richtung — eine Brechung — und

---

[9]) Man hat $P : p = d^2 : D^2$.

[10]) Die Zurückwerfung geschieht nach einem eigenen Gesetze, welches also lautet: Der reflektirte Strahl bleibt in der Einfallsebene, und der Reflexionswinkel ist dem Einfallswinkel gleich.

β) eine Verminderung ihrer Stärke durch Absorption.

Absorbirend sind auch die athermanen Körper.

NB. Die Lehre vom Licht wird auf diesen Artikel zurückblicken und angeben, daß die Wärmestrahlen sogar polarisirt werden.

III. Artikel. Von den Quellen der Wärme.

1) So lange als es den Physikern nicht gegönnt ist, angeben zu können, was Wärme ist, so lange wird auch Keiner wagen, angeben zu wollen, welches die eigentlichsten Quellen der Wärme sind.

2) Beobachtungen zeigen uns,

a) daß auf unserm Erdball die Temperatur erhöht sich zeigt, wenn die Sonne oder die Firsterne dauernd und wenig schief ihre Strahlen hieher senden,

b) daß irdische Körper erwärmt werden können

durch Reiben (Bohren, Sägen, Radschuhe, Zapfen an bewegten Maschinen rc.),

durch Schlagen oder Stoßen (Hämmern, Perkussionspulver),

„ Compression (Luftfeuerzeuge, Streichhölzchen),

„ Verbindung mit materiell verschiedenen Körpern (lebendiger Kalk oder auch Schwefelsäuere erhitzt sich mit Wasser, beim Lebensprozeß wird Wärme).

3) Alle Erscheinungen der Wärmeentstehung widersprechen nicht der Annahme, daß Wärme dann entwickelt wird, wenn Verdichtung statt findet; und diese Annahme gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn nachgewiesen wird, daß Verdünnung eines Körpers Ursache von Kälte werden kann. Wirklich zeigt sich, daß die aus dem Sicherheitsventile eines Dampfkessels ausströmenden, stark gespannten Wasserdämpfe, sich kalt anfühlen ...

II. Untertheil.

Besondere Naturlehre.

I. Buch.

Chemie.

§. 1. Begriff der Chemie.

Chemie ist derjenige Theil der Naturlehre, welcher die materiell verschiedenen Stoffe in Hinsicht ihrer Verwandtschaftsverhältnisse betrachtet.

Das Wort Chemie leiten Einige ab von χημι (= Land der Aegyptier), Andere von χυμος (= Saft), Andere von χεω (= ich gieße).

„Diejenigen Naturen, die sich beim Zusammentreffen einander schnell ergreifen, nennen wir verwandt."

§. 2. Aufgabe der Chemie.

Die Chemie hat die Aufgabe zu betrachten:

I. die vorgelegten Stoffe an und für sich, und

II. die stattfindenden Erscheinungen bei den Ineinanderwirkungen (der Einigung und Scheidung), und zwar

1) die Phänomene und

2) die Gesetze der Ineinanderwirkungen.

Der Chemiker muß am Sein und Werden der Körper Interesse haben.

ad I.

Soll man einen Körper chemisch betrachten und bestimmen, so wird man sich bedienen

a) der chemischen Analyse oder
b) der chemischen Synthese.

ad a.

α) Durch gehörige Anwendung der chemischen Zerlegungsmittel der Körper (welche die Wahlverwandtschaft — die einfache und die doppelte — die Wärme, das Licht, die katalytische Kraft und die Elektricität sind), wird man dieselben Stoffe (und zwar in derselben Qualität und Quantität) erhalten, welche vor der Verbindung dieser vorhanden waren; denn die Bedingungen der Existenz der Stoffe, welche eine Verbindung eingegangen haben, sind durch den Akt der Verbindung nicht aufgehoben worden. Gesetz der Erhaltung.

Man kennt bis jetzt keine chemische Verbindung, welche der zersetzenden Einwirkung eines starken elektrischen Stromes zu widerstehen vermocht hätte.

Hat man durch Anwendung der bekannten Zersetzungsmittel neue Stoffe, aus denen ein vorgelegter bestand, erhalten, so sucht man weiter, ob dieser nicht wieder zerlegbar sei u. s. w. Lassen sich wirklich aus Bestandtheilen wieder Bestandtheile herausfinden, so hat man nächste, nähere und entferntere Bestandtheile, und zuletzt (wenn eine Zerlegung nicht mehr möglich ist) einfache Stoffe, Grundstoffe oder Elemente.

Ein einfacher Stoff an und für sich erleidet keine Veränderung.

Die 56 einfachen Stoffe, welche von den Chemikern allgemein als Elemente anerkannt werden, sind mit ihren (von ihren Anfangsbuchstaben sehr gut gegebenen) Zeichen und Atomengewichten (d. h. den Zahlen, welche sich verhalten wie die Gewichte der einzelnen Atome einer Reihe von Stoffen) in folgender Tafel enthalten:

Name.	Zeichen.	Atomen-Gewicht.	Aequivalente für Sauerstoff = 100	Aequivalente für Wasserstoff = 1	Aequivalentenvolum.
Aluminium . .	Al	171·167	171·2	13·7	60
Antimon . . .	Sb	806·452	1612·9	129·2	120
Arsenik . . .	As	470·042	940·1	75·3	156
Baryum . . .	Ba	856·880	856·9	68·7	144
Beryllium . .	Be	331·479	331·5	26·4	
Blei	Pb	1294·498	1294·5	103·7	112
Bor	B	135·983	136·0	10·9	
Brom	Br	489·150	978·3	78·4	368
Cadmium . . .	Cd	696·767	696·8	55·8	80
Calcium . . .	Ca	256·019	256·0	20·5	56
Cer	Ce	?	—	—	—
Chlor	Cl	221·325	442·6	35·5	240
Chrom	Cr	351·819	351·8	28·2	72
Didym	D	?	—	—	—
Eisen	Fe	339.213	339·2	27·3	44
Fluor	F	116·900	233·8	18·7	4
Gold	Au	1243·013	2486·0	199·2	64
Jod	J	789·145	1578·3	126·6	424
Iridium . . .	Jr	1233·260	1233·3	98·8	52
Kalium . . .	K	489·916	489·9	39·3	240
Kiesel	Si	277·478	277·5	22·3	
Kobalt	Co	368·991	369·0	29·6	44
Kohlenstoff . .	C	76·437	76·4	6·1	36
Kupfer . . .	Cu	395·695	395·7	31·7	44
Lanthan . . .	La	?	—	—	—
Lithium . . .	L	80·375	80·4	6·4	
Magnesium . .	Mg	158·353	158·3	12·7	56
Mangan . . .	Mn	345·900	345·9	27·7	44

Name.	Zeichen.	Atomen-Gewicht.	Aequivalente für Sauerstoff = 100	Aequivalente für Wasserstoff = 1	Aequivalentenvolum.
Molybdän	Mo	598·525	598·5	48·0	68
Natrium	Na	290·897	290·9	23·3	128
Nickel	Ni	369·675	369·7	29·6	44
Osmium	Os	1244·210	1244·2	99·6	61
Palladium	Pd	665·840	665·8	53·4	52
Phosphor	P	196·155	392·8	31·5	220
Platin	Pt	1233·260	1233·3	98·8	52
Quecksilber	Hg	1265·822	1264·8	101·4	89
Rhodium	Rh	651·400	651·4	52·5	56
Sauerstoff	O	100	100	8·0	64
Schwefel	S	201·165	201·2	16·1	100
Selen	Se	494·582	494·6	39·6	112
Silber	Ag	1351·607	1351·6	108·3	128
Stickstoff	N	88·518	177·0	14·2	
Strontium	Sr	547·285	547·3	43·8	104
Tantal	Ta	1153·715	1153·7	92·4	
Tellur	Te	802·121	802·1	64·2	128
Thorium	Th	744·900	744·9	59·6	
Titan	Ti	303·086	303·1	24·3	56
Uran	U	2711·360	2711·4	217·3	
Vanadin	V	855·840	855·8	68·6	
Wasserstoff	H	6·2398	12·5	1	
Wismuth	Bi	886·918	886·9	71·1	128
Wolfram	W	1183·200	1183·2	94·8	68
Yttrium	Y	401·840	401·8	32·2	
Zink	Zn	403·226	403·2	32·3	56
Zinn	Sn	735·294	735·3	58·9	100
Zirkonium	Zc	420·238	420·2	33·7	

Die zwei neuen Grundstoffe, von Mosander gefunden, sind Erbium und Therbium.

Die sogenannten vier Elemente der Alten, nämlich Erde, Wasser Luft nnd Feuer, sind nicht Elemente des Chemikers.

β) Der genaue Chemiker befriediget sich nicht mit der qualitativen Zerlegung, er unterwirft seinen Körper auch der quantitativen Analyse.

ad b.

Die zweite Art, einen Körper chemisch zu bestimmen, nämlich die Zusammensetzung, durch welche die Auflösung controllirt werden könnte, ist schwieriger als die erste und in vielen Fällen den Chemikern noch unmöglich.

2) Neben einigen anderen Umständen ist an den Körpern noch zu berücksichtigen, ob sie blos durch chemische Kraft, oder durch Einwirkung der Lebenskraft entstanden seien.

ad II.

1) Chemische Erscheinungen finden nur in Folge der Berührung von (wenigstens zwei einfachen) verschiedenen Stoffen Statt.

Bringt man mehrmals verschiedenartige Stoffe zusammen, so kann man sich bald überzeugen, daß zwischen den verschiedenen einfachen Stoffen die Affinität in sehr verschiedenem Grade wirkt, und daß, wenn nur immer mehrere Stoffe mit einander in Berührung kommen, sich stets nur diejenigen zunächst miteinander verbinden, welche die größte gegenseitige Verwandtschaft haben.

Die verschiedene chemische Verwandtschaft bewirkt nicht blos eine chemische Vereinigung, sondern oft auch eine Trennung der bereits chemisch verbundenen Stoffe, also eine Zerlegung eines Körpers. Kommt nämlich zu einem Körper aus A und B, d. h.

zu einem solchen, dessen Bestandtheile A und B sind, ein Stoff C, welcher zu A (oder B) eine größere Verwandtschaft hat, als A zu B (oder B zu A), so erfolgt eine Zerlegung von (A+B) und eine Verbindung von A mit C (oder B mit C), wobei B (oder A) frei wird. Weil C sich hierbei einen Stoff gleichsam ausgewählt hat, so sagt man, die Zerlegung des Körpers (A + B) ist durch Wahlverwandtschaft erfolgt, und zwar durch einfache, weil C dabei keine Zersetzung erlitten hat. Wäre C, dessen Bestandtheile M und N heißen mögen, selbst zerlegt worden, und A mit M, B mit N in Verbindung gegetreten, demnach aus den zwei Körpern (A+B) und (M+N) zwei andere entstanden, so wäre eine doppelte Wahlverwandtschaft thätig gewesen.

Solche Stoffe, welche die Gegenwart anderer durch gewisse in die Sinne fallende Phänomene anzeigen, nennt man Reagentien.

Bei einer chemischen Verbindung von zwei einfachen Stoffen spielt der eine stets eine Rolle, welche der des andern in elektrischer Rücksicht (wie die Lehre von der Electricität im II. Buch näher angibt) entgegengesetzt ist. Man nennt deßhalb in einer solchen Verbindung den einen Bestandtheil electropositiv und den andern electronegativ.

Nachstehend sind die einfachen Stoffe in eine electroqualitive Ordnung gestellt, in welcher angegeben ist, daß Sauerstoff der electronegativste und Kalium der electropositivste Bestandtheil ist, während Schwefel mit Sauerstoff electropositiv und mit Eisen electronegativ auftritt u. s. w. In jeder Verbindung von zwei Bestandtheilen ist derjenige, welcher in der folgenden Reihe dem Sauerstoff näher steht, der electronegative, und der dem Kalium näher steht, der electropositive.

Die chemischen Elemente in electroqualitativer Ordnung:

1. Sauerstoff Oxigenium
2. Schwefel Sulphur
3. Stickstoff Nitrogenium
4. Fluor Fluor
5. Chlor Chlor
6. Brom Bromium
7. Jod Jodum
8. Selen Selenium
9. Phosphor Phosphorus
10. Arsenik Arsenicum
11. Chrom Chromium
12. Vanadin Vanadium
13. Molybdän Molybdaenum
14. Wolfram Wolframium
15. Bor Bor
16. Kohlenstoff Carbonicum
17. Antimon Stibium
18. Tellur Tellurium
19. Tantal Tantalium
20. Titan Titanium
21. Kiesel Silicium
22. Wasserstoff Hydrogenium
23. Gold Aurum
24. Osmium Osmium
25. Iridium Iridium
26. Platin Platinum
27. Rhodium Rhodium
28. Palladium Palladium
29. Quecksilber Hydrargyrum
30. Silber Argentum
31. Kupfer Cuprum
32. Uran Uranium
33. Wißmuth Bismuthum
34. Zinn Stannum
35. Blei Plumbum
36. Cadmium Cadmium
37. Kobalt Cobaltum
38. Nickel Niccolum
39. Eisen Ferrum
40. Zink Zincum
41. Mangan Manganium
42. Cer Cerium
43. Lanthan Lanthanium
44. Didym Didymium
45. Thorium Thorium
46. Zirkonium Zirconium
47. Aluminium Aluminium
48. Yttrium Yttrium
49. Beryllium Beryllium
50. Magnesium Magnesium
51. Calcium Calcium
52. Strontium Strontium
53. Baryum Baryum
54. Lithium Lithium
55. Natrium Natrium
56. Kalium Calium.

2) Es muß von den chemischen Ineinanderwirkungen (welchen man verschiedenartig zu Hilfe kommen kann) noch bemerkt werden,

a) daß es mehrere Verbindungs-Ordnungen gibt, und

b) daß die Verbindungen noch in mehrern Verhältnissen geschehen, aber nicht regellos, sondern nach gewissen Gesetzen.

ad a.

α) Die chemischen Verbindungen bestehen nicht blos aus je zwei verschiedenen Elementen, sondern man hat viele chemische Verbindungen,

in denen drei, oder
" " vier, oder
" " fünf verschiedene Grundstoffe vereiniget sind.

Die Chemiker fanden bisher in keinem Körper mehr als fünf verschiedene Elemente; am zahlreichsten sind die aus zwei und drei, weniger zahlreich die aus vier, und am wenigsten zahreich die aus fünf Grundstoffen bestehenden Körper.

β) Ein zusammengesetzter Körper kann sich mit einem zweiten, ebenfalls zusammengesetzten, verbinden, und es entsteht auf diese Weise eine Verbindung der zweiten Ordnung (z. B. aus Schwefelsäure mit Kali wird schwefelsaures Kali). Von den Verbindungen der zweiten Ordnungeu können Verbindungen der dritten Ordnung hervorgehen.

In allen Ordnungen (in abgeleiteten wie in Haupt-Ordnungen) herrscht das Gesetz des bestimmten Verhältnisses. — Ueberschuß. —

ad b.

α) Es kann sich **ein** Theilchen (eines Stoffes) A nicht nur mit **einem** Theilchen B, sondern mit 2 B, 3 B, ... n B verbinden; dieses ist **das Gesetz des Vielfachen.**

Dem Gesetze des Vielfachen gemäß kann es z. B. folgende Verbindungen geben:

$$SO = \text{Unterschwefelsäurige},$$
$$SOO = SO^2 = \ddot{S} = \text{Schwefelsäurige},$$
$$SOOO = SO^3 = \dddot{S} = \text{Schwefelsaure}.$$

In nach dem Gesetze des Vielfachen möglichen Verbindungen zeigt man die Wiederholung desselben Stoffes durch Exponenten oder Indices an, wie in vorhergehenden Beispielen geschah, oder wie geschieht, wenn in der Folge gesetzt wird: $\underset{,}{As} = As\ As$; $\underset{,}{H} = HH$; $\underset{,}{N} = NN$; $\underset{,}{P} = PP$....

Den Sauerstoff bezeichnet man kurz durch Punkte und den Schwefel durch Accente.

Andere gebräuchliche Abkürzungen in den Zeichen!

β) Verbindet sich (der Stoff) A mit (dem Stoffe) B in dem Verhältnisse a : b. und B mit C in dem Verhältnisse b : c, und es geschieht eine Verbindung von A mit C, so erfolgt sie beinahe oder genau im Verhältnisse von a : c. Dieses geht vor sich nach dem **Gesetze der Aequivalente** (der einander ersetzenden Stoffe).

Das Volumen eines Stoffes, welches durch das chemische Aequivalent (= Mischungszahl = stöchiometrische Zahl) nach dem Gewichte bestimmt ist, heißt **Aequivalentenvolumen.**

Außer den angeführten Gesetzen herrschen noch:
das Gesetz der zusammengesetzten Verbindungen,
das Gesetz der einfachen Volumenverhältnisse.

§. 3. Eintheilung der Chemie.

Die Chemie, welche verschieden eingetheilt werden kann, wird hier kurz in zwei Abtheilungen erörtert, und zwar soll besprechen: die

I. Abtheilung die anorganische Chemie, und die
II. Abtheilung die organische Chemie.

I. Abtheilung.

Anorganische Chemie,

oder

die Grundstoffe und ihre anorganischen Verbindungen.

I. Abschnitt.

Von den Grundstoffen.

Die bis jetzt bekannten Grundstoffe lassen sich in zwei Gruppen theilen, nemlich

1) in Nichtmetalle, welche die Wärme und Elektricität schlecht leiten, und
2) in Metalle, gute Leiter der Wärme und Elektricität, welche besondern Glanz haben, und undurchsichtig und im Wasser unauflöslich sind.

Einige Physiker glauben, daß die Zahl der eigentlichen einfachen Stoffe sehr wenige Einheiten enthalte; auch ist sehr wahrscheinlich, daß solche Grundstoffe, wie wir sie jetzt haben, noch mehrere erkannt werden.

In den Erörterungen der einzelnen Stoffe (der Nichtmetalle) werden vorzüglich angegeben: die Eigenschaften, die Darstellungsweisen,

und der Gebrauch. — Die Vergleichungseinheit der spezifischen Gewichte ist bei den Gasen die atmosphärische Luft, bei den andern Körpern destillirtes Wasser.

I. Kapitel.

Nichtmetalle.

Man kann die Nichtmetalle (von Einigen Metalloide genannt) in dreierlei Arten zerlegen, nämlich:

1) in permanente Gase,
2) in feste Nichtmetalle, und
3) in salzbildende Nichtmetalle (Salzbilder).

I. Artikel. Permanente Gase sind:

1) der Sauerstoff,
2) der Wasserstoff, und
3) der Stickstoff.

§. 1. Sauerstoff-Oxygen (ὀ̓ξυς und γεννάω), entdeckt 1774 von Priestley, und 1775 von Scheele.

1) Der Sauerstoff ist farbloses Gas, ohne Geruch und Geschmack. Sein spezifisches Gewicht = 1·1026. Ausgezeichnet ist er dadurch, daß brennende Körper in solchem mit viel hellerem Glanz und stärkerer Hitze und in kürzerer Zeit verbrennen, als in gewöhnlicher Luft, z. B. eine mit glimmendem Schwamm versehene Stahlfeder, glühender Spahn, Kohle, Schwefel, Phosphor...

Von allen Stoffen kommt O in größter Menge vor. Wenn er sich mit einem Stoffe verbindet, was fast mit allen Grund-

stoffen geschehen kann, so heißt der Akt der Verbindung Oxydation, und das entstandene Produkt oxydirter Stoff oder Oxyd. Viele Körper können sich in mehrern Verhältnissen mit Sauerstoff verbinden; die verschiedenen Verbindungsverhältnisse heißen die Oxydationsstufen eines Körpers. Suboxyd, Oxyd (saueres und basisches), Superoxyd.

100 Raumtheile Wasser verschlucken 6·5 Raumtheile Sauerstoff.

2) Darstellungsweisen des Sauerstoffes gibt es mehrere, z. B.

1) Erhitzen von Quecksilberoxyd ($\dot{H}g$),
2) heftiges Rothglühen von Braunstein,
3) Rothglühen von salpetersaurem Kali oder Natron,
4) Erhitzen von gepulvertem Braunstein und Schwefelsäure,
5) die leichteste Erzeugung dürfte bestehen in der Erhitzung eines Gemenges von 3 Theilen zweifach chromsauren Kali und 4 Theilen concentrirter Schwefelsäure.

3) Man braucht das Sauerstoffgas, welches beim Lebensprozeß unentbehrlich ist, und deßhalb Lebensluft heißt, zu Respirationsapparaten, zur Belebung der durch Erstickung Scheintodten, zur Beförderung des Verbrennungsprozesses....

§. 2. Wasserstoff-Hydrogen (ὕδωρ und γεννάω), bekannt seit 1781 durch Cavendish und Lavoisier.

1) Wasserstoff ist ein farbloses Gas, ohne Geruch und Geschmack. Sein spezifisches Gewicht ist $= 0·0688$, daher er $14\frac{1}{2}$ mal leichter als die atmosphärische Luft und der leichteste aller Körper ist. Er unterhält das Brennen nicht, brennt aber selbst, in Berührung mit Oxygen entzündet, indem er eine schwach leuch-

tende Flamme zeigt und Wasserdunst bildet. Dem Athmen von Thieren und Menschen ist er ungünstig; mit Luft gemengt eingeathmet, macht er Schläfrigkeit.

Er ist wesentlicher Bestandtheil aller Pflanzen- und Thierstoffe, und kommt hauptsächlich im Wasser vor.

100 Raumtheile Wasser verschlucken 4·6 Raumtheile Hydrogen.

2) Dargestellt oder gewonnen wird dieser Stoff durch Zersetzung des Wassers ($\dot{H}$ = Wasserstoffoxyd), welches 11 Procent seines Gewichts enthält.

Darstellungsweisen hat man vorzüglich drei verschiedene:

1) Man zersetzt das Wasser durch die Kraft des galvanischen Stromes, durch welche Sauerstoff und Wasserstoff gesondert aus dem Wasser erscheinen können; oder

2) man leitet Wasserdämpfe über Eisen, welches in einer Röhre in glühendem Zustand ist, damit das Eisen oxydiren und der Wasserstoff frei werden kann; oder

3) man bringt gebröckeltes Eisen oder Zink in verdünnte Schwefelsäure (aus 3 Theilen Wasser und 1 Theil Säure), wobei Eisen- oder Zinkoxydul werden, und Wasserstoffgas (wohl unrein) frei zu entweichen sucht.

3) Das Hydrogen braucht man vorzüglich zum Füllen der Luftbälle des spezifischen geringen Gewichtes wegen, und in Zündmaschinen, in welchen die Flüssigkeit durch den elektrischen Funken oder durch die Berührung und Verdichtung des sogenannten Platinschwammes entzündet wird. Andere Benützung: Knallicht aus 1 Volumen O und 2 Vol. H. Chemische Harmonika.

§. 3. Stickstoff = Nitrogen (νίτρον und γεννάω) oder Azot (ἀ und ζάω) aufgefunden 1775 von Lavoisier, in der atmosphärischen Luft schon erkannt 1742 von Dr. Rutherfort.

1) Der Stickstoff ist ein farbloses Gas, ohne Geruch und Geschmack. Sein spezifisches Gewicht ist = 0·976. Er ist nicht nur nicht brennbar, sondern es verlöscht in solchem das Feuer, und Thiere sterben in ihm; daher sein Name.

100 Raumtheile Wasser verschlucken 4·2 Raumtheile Stickstoff.

2) Um dieses Gas darzustellen, entzieht man der atmosphärischen Luft (welche unter 100 Raumtheilen 79 Theile Stickgas und 21 Theile Sauerstoff enthält) das Oxygen, indem man Phosphor in einer über Wasser stehenden Glasglocke verbrennt. Dabei wird Phosphor oxydirt und Stickstoff bleibt zurück.

Vom salpetersauren Ammoniak ist es ebenfalls zu gewinnen.

II. Artikel. Feste Nichtmetalle sind:

1) Kohlenstoff,
2) Schwefel,
3) Selen,
4) Phosphor,
5) Bor, und
6) Kiesel.

§. 1. Kohlenstoff, ganz früh bekannt.

1) Der Kohlenstoff ist völlig unschmelzbar und feuerbeständig, geruch- und geschmacklos, unlöslich im Wasser, verbrennt, bis zum Glühen erhitzt, im Sauerstoffgase oder in der Luft zur Kohlensäure ($\ddot{C}$), ohne allen Rückstand.

Er kommt im reinsten Zustand im Diamant vor mit dem spezifischen Gewicht: 3·5; im Graphit (spezifisches Gewicht = 2·2) ist er mit Metall gemengt, welches Elektricitätsleiter ist; in Pflanzen- und Thierkörpern macht er einen wesentlichen Bestandtheil.

Erst gegen Ende des 17ten Jahrhunderts fand Newton, daß dieser Stoff am reinsten im Diamant sei.

2) Die Kohle, welche von dem Kohlenstoffe zu unterscheiden ist, ein schwarzer, undurchsichtiger Körper, spezifisch schwerer als Wasser... wird dargestellt durch Glühen kohlenstoffhaltiger organischer Körper in einem der Luft unzugänglichen Raume.

Man kann von verschiedenen Körpern verschiedene Kohlen erhalten, nämlich:

1) grobporöse Kohle, (aus Zucker, Leim, Horn, Steinkohlen..),
2) feinporöse Kohle, (aus Holz durch Verkohlung in Meilern, aus kohlenstoffhaltigen schmelzbaren Körpern [Blut], aus Knochen...) und
3) Rußkohle.

3) Die Kohle wird mannigfaltig benützt. Z. B. dient die feinporöse Kohle als Reinigungs- und Entfärbungsmittel für Flüssigkeiten, zur Gewinnung des Zuckers; die Rußkohle oder den Kienruß braucht man zur Bereitung schwarzer Farben, und mit Gummi oder aufgelöster Hausenblase vermischt, zum schwarzen Tusch. Kohle überhaupt ist ein die Fäulniß hinderndes Mittel; deßhalb gibt die Kohle von Brod ein gutes Zahnpulver.

§. 2. Schwefel, schon seit den ältesten Zeiten bekannt.

Der Schwefel ist ein blaßgelber, undurchsichtiger (oder auch manchmal durchsichtiger) spröder, schwach schmeckender Körper, welcher in der Luft entzündet mit erstickendem Geruche und einer bläulichen Flamme verbrennt. Aus dem pomeranzengelben Schwefeldampf gewinnt man die Schwefelblumen. Sein spezifisches Gewicht = 1·98. Er ist im Wasser gar nicht, im Weingeist nur wenig, auflöslich; mittelst Wärme bildet er mit Oelen die sogenannten Schwefelbalsame. Mit Wolle gerieben zeigt er Elektricität.

2) Der Schwefel findet sich in der Natur gediegen, dann auch in Verbindung mit organischen Körpern und vorzüglich mit Metallen. Aus den letztern gewinnt man ihn durch Ausschmelzen....

3) Gebraucht wird der Schwefel vielfältig, namentlich in der Medicin, zur Bereitung der Schwefelsäure, zum Schießpulver, zu Schwefelfäden, zu Abgüssen und Formen....

§. 3. Selen, von Berzelius im Jahre 1817 entdeckt.

1) Selen ist ein spröder, in Masse bleigrauer, metallisch glänzender, gepulvert dunkelrother, durchscheinender, im Wasser unlöslicher Körper. Er wird in der Siedhitze weich, bei höherer Temperatur flüssig, und läßt sich, wenn er erkaltet, in Fäden ziehen. Er gibt einen gelben Dampf beim Sieden, und verbrennt, entzündet Rettiggeruch verbreitend, mit röthlichblauer Flamme. Sein spezifisches Gewicht ist = 4·3.

2) Erhalten wird das Selen aus dem röthlichen Schlamme, welcher sich beim Verbrennen des Schwefels absetzt, und hauptsächlich aus dem Selenblei = Pb Se.

§. 4. Phosphor (φῶς und φερω), von Brandt in Hamburg 1669 erkannt, der Gold machen wollte.

1) Phosphor ist ein erbsengelber, bei niederer Temperatur spröder, bei etwas hoher biegsamer, fettig aussehender Körper. Er leuchtet im Dunkeln, schmilzt und entzündet sich sehr leicht. In der atmosphärischen Luft raucht er sehr stark (und bildet die phosphorische Säure). Er muß beständig unter Wasser aufbewahrt werden, in welchem er sich mit einem weißen Ueberzuge bedeckt. Er riecht knoblauchartig, und wirkt auf den thierischen Körper giftig. Er löst sich im Weingeiste schwer, in ätherischen Oelen leicht auf. Sein eigenthümliches Gewicht = 1·75.

2) Der Darstellung des Phosphors geht immer die der Phosphorsäure voraus. Man erhält diese, wenn man weißgebrannte Knochen (Knochenasche), welche davon die größte Menge enthalten, mit Schwefelsäure übergießt. Diese verbindet sich mit dem Kalk zu unauflöslichem schwefelsauren Kalk, und treibt die Phosphorsäure aus, welche man, durch Abdampfen concentrirt und mit Kohlenpulver gemengt, in irdenen Retorten glüht. Durch die Kohle wird der Phosphor von Sauerstoff befreit, und kann sodann verdichtet in mit Wasser gefüllten Vorlagen gewonnen erscheinen.

3) Wegen der leichten Entzündlichkeit braucht man den Phosphor vorzüglich zu den bequemen Streichfeuerzeugen, zu den Reibhölzern, zu Zündschwamm. Zur Vertilgung der Ratten und Mäuse hat man ihn, in seinem fein zertheilten Zustande mit Mehlkleister vermischt, in Form einer Latwerge in der neuesten Zeit angewendet.

§. 5. Bor, zuerst von Thenard, Davy und Gay-Lussac 1810 dargestellt.

1) Bor erscheint als undurchsichtiges, dunkelgrünes, stark abfärbendes, geruch- und geschmackloses Pulver, welches sich,

frisch bereitet und bevor es geglüht wird, im Wasser auflöst, und in der Luft bei der gewöhnlichen Temperatur unverändert bleibt, bei erhöhter Temperatur aber mit Feuersprühen (zur Borsäure = $\dddot{B}$) verbrennt. Spezifisches Gewicht ungefähr = 2.

2) Dargestellt wird es aus Borax (= Na $\dddot{B}^2$ + 10 $\dot{H}$), welches in vier Gewichtstheilen heißen Wassers aufgelöst, und mit Salzsäure bis zu dem Grade gemischt wird, wo Lakmuspapier stark roth darin wird. Man läßt es abkühlen, und es wird Borsäure heraus krystallisirt.

Aus dem Schlamme einiger Tümpel bei Siena wird die Borsäure durch Auslaugen gewonnen.

§. 6. Kiesel, von Berzelius im Jahre 1824 dargestellt.

1) Kiesel hat viel Aehnlichkeit mit Bor. Es ist ein fester, glanzloser, dunkelbrauner, stark schmutzender, unschmelzbarer Körper, dessen spezifisches Gewicht = 2. Kiesel oxydirt in Sauerstoffgas nicht; nur wenn es kürzlich bereitet und noch nicht in der Luft erhitzt worden ist, kann es zum Verbrennen gebracht werden, wo es die Kieselsäure ($\dddot{Si}$) gibt.

Kiesel brennt auch in Chlorgas und bei hoher Temperatur in Schwefeldunst.

2) Dargestellt wird Kiesel durch Erhitzen eines Gemenges von Fluorkieselkalium mit Kalium und Auflösen des gebildeten Fluorkaliums in Wasser.

III. Artikel. Salzbilder sind:

1) Chlor,
2) Brom,
3) Jod, und
4) Fluor.

1) Unter den Sauerstoffverbindungen der ersten Ordnung heißen einige (Oxyde) Säuren, und einige Basen, welche nur relativ von einander verschieden sind, und sich untereinander zu Salzen verbinden können; in der Verbindung zu Salz ist die Säure der elektronegative, und die Base der elektropositive Bestandtheil; diese Salze werden Amphidsalze genannt.

2) Die Salzbilder, welche zu den elektronegativsten Stoffen gehören, und welche sich nicht direkt mit Sauerstoff, wohl aber mit Wasserstoff vereinigen, können mit Hydrogen auch starke Säuren bilden; sie können also das Oxygen vertreten; die Salze aus ihnen heißen nach Berzelius Haloidsalze.

Cyan $= NC^2$ (κυανος), entdeckt 1815 von Gay-Lussac, verhält sich in seinen Verbindungen als Salzbilder.

§. 1. Chlor (χλωρος), entdeckt 1774 von Scheele.

1) Das Chlor ist ein blaßgrünlichgelbes Gas, von eigenthümlichem, erstickenden Geruche; es ist zum Athmen nicht nur nicht tauglich, sondern sehr schädlich und verursacht Husten, Brustklemmungen, nicht brennbar, aber manche Körper, namentlich Metalle, entzündend; es zerstört alle organischen Körper und Miasmen; es wird vom Wasser stark absorbirt. — Chlorwasser —. Das spezifische Gewicht $= 2\cdot44$.

2) Dargestellt wird Chlorgas (welches in leeren Gefäßen und über Quecksilber aufgefangen wird),

1) aus Chlorkalk und Salzsäure,
2) durch Erhitzen von Braunstein mit Salzsäure, und
3) aus Kochsalz und Braunstein, übergossen mit verdünnter Schwefelsäure, durch Erhitzen.

Um es aus letztern Bestandtheilen darzustellen, nehme man 1 Gewichttheil Kochsalz, $\frac{3}{4}$ Gewthl. Braunstein, $1\frac{1}{2}$ Gewthl. engl. Schwefelsäure mit $1\frac{3}{4}$ Gewthl. Wasser verdünnt.

3) Gebraucht wird Chlorgas zum Bleichen, zum Räuchern bei ansteckenden Krankheiten; das Chlorwasser benützen die Mediziner.

§. 2. Brom (βρωμος), von Balart 1826 entdeckt.

Brom erscheint bei der gewöhnlichen Luftwärme als dunkelbraune, in dünnen Schichten hyacinthrothe, Flüssigkeit von äußerst unangenehmen Geruch. (Daher sein Name). Es verdünstet in der gewöhnlichen Temperatur, siedet bei 47° C, und gefriert bei —18°. Es ist im Wasser, Alkohol und Aether, auch im Baumöl, löslich; von Schwefelsäure wird es nicht verändert. Es färbt die Haut dunkelgelb auf einige Zeit, und bleicht wie Chlor Pflanzenfarben. Das spezifische Gewicht = 3·0.

§. 3. Jod (το ἰὸν), gefunden zuerst 1812 von Courtois.

1) Jod ist eine feste, fast wie Graphit glänzende, grauschwarze, zerreibliche Substanz; es riecht wie Chlor, schmeckt scharf und ist giftig wirkend, und verflüchtiget bei der gewöhnlichen Temperatur; durch Wärme läßt es sich in ein schön violettes Gas umwandeln, welchem Umstande es seinen Namen verdankt; im Wasser ist es schwer-, im Weingeist leicht auflösbar. Das spezifische Gewicht = 5. Reagirt deutlich auf Stärke.

2) Im freien Zustande wird es nicht gefunden, meistens in Begleitung von Chlor. Man gewinnt es rein durch Destillation der Mutterlauge aus dem im Handel vorkommenden Kelp oder Varec.

3) Gebraucht wird Jod in der Medizin (gegen Drüsen, Kröpfe, Skrofeln), zum Daguerreotypiren.

Daguerre machte diese ausgezeichnete Kunst 1839 von Paris aus bekannt.

§. 4. Fluor (auch Phthorine von φθείρειν).

Vom Fluor können die Eigenschaften noch nicht genau angegeben werden, weil er bis jetzt in sehr geringer Menge isolirt dargestellt werden konnte. Er verbindet sich mit allen Körpern, Sauerstoff ausgenommen, vorzüglich leicht aber mit den Gefäßmaterialien.

Davy soll diesen Stoff isolirt dargestellt haben.

Merkwürdig ist die Verbindung dieses Stoffes mit Wasserstoff, mit welchem er die zum Glasätzen angewendete Flußsäure gibt, welche 1670 zuerst von Schwanhard in Nürnberg gebraucht wurde.

Das Glasätzen.

Um in Glas Schrift oder Zeichnungen einzuätzen, gebraucht man entweder das Fluorwasserstoffgas, oder die verdünnte Flußsäure.

Das zu ätzende Glasstück wird überzogen mit einem schützenden Firniß, welchen man aus Wachs, weißem Harz, Asphalt und Terpentinöl zusammensetzt, und mittels eines Pinsels mehrfach aufträgt, wobei man jeden Ueberzug gehörig abtrocknen läßt.

Die Zeichnung oder Schrift wird nun auf den schwarzen Grund aufgetragen und mit Radirinstrumenten bis auf das Glas eingegraben.

Man bestreicht hernach mittels eines Pinsels die entblößten Stellen mit wässeriger Flußsäure, und zwar so oft, bis die Zeichnung bis zur gewünschten Tiefe eingedrungen ist.

Wird der Glasgegenstand in das flußsaure Gas hineingehalten, so werden die radirten Stellen matt.

Den Aetzgrund wäscht man zuletzt mit Terpentinöl ab.

II. Kapitel.

Metalle.

1) Die bis jetzt bekannten Metalle sind, mit Ausnahme des flüssigen Quecksilbers, bei gewöhnlicher Temperatur nur feste Körper, lassen sich aber alle schmelzen und in Dampf verwandeln (jedoch bei verschiedenen Graden von Hitze).

2) Wenige kommen in der Natur im reinen Zustande — regulinisch oder als Metallkönige — vor. Die meisten sind:

a) oxydirt,
b) vererzt (mit Schwefel verbunden),
c) verlarvt (in Verbindung mit andern Metallen), und können durch Reduction regulinisch gemacht werden.

ad a.

1) Die Verbindungen der Metalle mit dem Sauerstoffe sind die zahlreichsten; von jenen aus ihnen, die in der Natur vorkommen, lassen sich sehr viele auch künstlich darstellen.

Mit dem Sauerstoffe verbinden sich einige Metalle

sehr schwierig, (die edeln: Gold, Platin, Rhodium, Palladium, Iridium, Osmium, Silber, Quecksilber und Nikel) und geben ihn auf bloßes Glühen wieder her,

leicht, die unedlen; diese werden nicht durch bloßes Glühen reducirt.

Alle oxydirten Metalle haben von ihrem eigenthümlichen Glanze verloren, und die meisten sind im Wasser löslich.

2) Verbindungen der Metalle mit den Salzbildern — vorzüglich mit Chlor — finden sich ebenfalls, aber in der Natur selten, und sind im Wasser löslich.

ad b.

Die Verbindungen der Metalle mit Schwefel, häufig in der Natur, heißen Kiese oder Glänze, Blenden, Schwefellebern.

ad c.

Die Verbindungen der Metalle untereinander geben die Legirungen, und, wenn Quecksilber einen Bestandtheil ausmacht, Amalgame.

Diese Gemische sind meistens härter, elastischer, und minder dehnbar, als die Bestandmetalle, wie man an Messing-, (aus Kupfer und Zink) Glocken- und Kanonengut (aus Kupfer und Zinn)... sieht; sie sind leichter schmelzbar, bilden daher für die einfachen Metalle die Lothe.

Einige Metalle hängen schon zusammen, wenn nur eines davon flüssig ist. Darauf beruht das Löthen, Vergolden, Versilbern, Verzinnen...

NB. Mit Wasserstoff verbindet sich Antimon, Arsenik, und Tellur; mit Kohlenstoff vereiniget sich hauptsächlich das Eisen; mit Phosphor und Kiesel vereinigen sich einige Metalle.

3) Man kann die Metalle eintheilen:

in leichte, von denen das spezifische Gewicht 5·000 nicht übertrifft, und

in schwere.

Andere Eintheilungen! (Z. B. eine

1) in Metalle, deren Oxyde die Alkalien und Erden bilden, und
2) in Metalle, deren Oxyde die eigentlichen sogenannten Metalloxyde und Metallsäuren sind.)

I. Artikel. Leichtmetalle.

1) Keines der Leichtmetalle findet sich in der Natur gediegen, sondern mit Sauerstoff, Salzbildern, oder Schwefel verbunden. Jedes hat nur ein Oxyd. Sie sind im reinen Zustande weiß, die elektropositivsten Grundstoffe, und haben unter allen die größte Verwandtschaft zum Oxygen, daher bestehen fast alle in der Luft nur im Momente der Reduktion.

2) Die Leichtmetalle, nach den Darstellungsmitteln in zwei Gruppen geschieden, sind:

a) durch chemischen Prozeß darstellbar:
Aluminium,
Kalium, spezifisches Gewicht = 0·86,
Magnesium,
Natrium, spezif. Gew. = 0·93;

b) nur durch Berührungselektricität darstellbar:
Baryum,
Beryllium,
Calcium,
Erbium,
Lithium,
Strontium,
Therbium,
Thorium,
Yttrium, und
Zirkonium.

Nach dem Verhalten ihrer Oxyde kann man die Leichtmetalle eintheilen:

in die Metalle der reinen Alkalien,
" " " " alkalischen Erden, und
" " " " eigentlichen Erden.

Alle Oxyde der Leichtmetalle sind Basen, von diesen aber bei den Verbindungen.

II. Artikel. Schwermetalle.

1) Die in der Natur gediegen vorkommenden Metalle gehören zu den Schwermetallen. Die nicht natürlich regulinischen Schwermetalle finden sich gewöhnlich als Oxyde, Sauerstoff- und Haloidsalze, Schwefel- und Doppelmetalle. Jedes Schwermetall hat mehrere Oxydationsstufen, und ist ein vorzüglicher Leiter der Elektricität.

2) Die Schwermetalle sind:

Antimon = 6·7.	Osmium.
Arsenik = 5·7.	Palladium.
Blei = 11·4.	Platin = 21·3.
Cadmium.	Quecksilber = 13·6.
Cer.	Rhodium.
Chrom.	Silber = 10·5.
Didym.	Tantal.
Eisen = 7·8.	Tellur.
Gold = 19·2, und 19·5.	Titan.
Iridium.	Uran.
Kobalt = 8·5.	Vanadin.
Kupfer = 8·8.	Wismuth = 9·8.
Lanthan.	Wolfram.
Mangan = 8·0.	Zink = 6·8.
Molybdän.	Zinn = 7·3.
Nickel = 9·0.	

Seit Jahrhunderten sind schon bekannt: Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Eisen, Zinn, Blei. Wenn auch manche von den andern als verschieden schon früh beachtet wurden, so macht doch

die neueste Zeit von 1807 durch Davy einen besonderen Abschnitt in der Entdeckungsgeschichte der chemischen Stoffe.

NB. Beschreibung, Gewinnung und Gebrauch der Metalle in der Naturgeschichte.

II. Abschnitt.

Anorganische Verbindungen.

I. Kapitel.

Primäre anorganische Verbindungen.

Die primären anorganischen Verbindungen (p. 49), welche, sobald sie mit einem Körper ihrer Ordnung, oder auch mit Wasser, eine Verbindung der zweiten Ordnung bilden, ihren elektrischen Charakter behalten, kann man unterscheiden:

I. in Säuren und Basen, und

II. in indifferente Körper.

Das Wasser (zu den indifferenten Körpern gehörend) spielt als allgemeines Auflösungsmittel eine wichtige Rolle; es geht mit vielen Stoffen innige Verbindungen ein, welche Hydrate heißen.

* * *

Von der atmosphärischen Luft.

Die atmosphärische Luft (auch im reinsten Zustande) ist nicht einfach, sondern ein Gemenge von Sauerstoffgas und Stickgas. — Daß dieses wirklich der Fall sei, beweist folgender Versuch:

Bringt man eine genau abgewogene Quantität Quecksilber in eine Retorte, welche mit einem Luft enthaltenden,

durch Wasser gesperrten Recipienten in Verbindung steht, erhitzt das Quecksilber, und erhält es einige Zeit bei einer Temperatur, welche der Siedhitze dieses Metalles nahe kommt, so bemerkt man, daß die Luft im Recipienten weniger wird, und daß das Quecksilber zu gleicher Zeit sich röthet. Dieses geröthete Quecksilber (Quecksilberoxyd) wiegt mehr als das reine, aus dem es verwandelt wurde, und zwar um genau so viel, als das Gewicht der verschwundenen Luft beträgt. Wenn bei diesem Versuche gehörig viel Quecksilber genommen worden ist, so zeigt sich das übrig gebliebene Gas als Stickstoff.

Das Verhältniß zwischen Stickgas und Sauerstoff, nach welchen die Mischung in der atmosphärischen Luft gemacht ist, wird durch die sogenannten eudiometrischen Versuche ausgemittelt.

Nicht immer und überall bestehen 100 Raumtheile atmosphärische Luft aus 79 Raumtheilen Stickgas und 21 Raumtheilen Oxygen, oder 100 Gewichtstheile atmosphärische Luft aus 77 Gewichtstheilen Nitrogen und 23 Gewichtstheilen Sauerstoff: der atmosphärischen Luft mengen sich oft andere Flüssigkeiten bei.

I. Artikel. Säuren und Basen.

1) Die Base wie die Säure besteht: aus
a) einem beziehungsweise positiven, und
b) „ „ negativen Bestandtheile.

ad a.

Der positive Bestandtheil in Säure und Base heißt Radikal.

ad b.

Der negative Bestandtheil in Säure und Base kann sein Sauerstoff, ein Salzbilder und Schwefel, und heißt in der Säure säuerndes Prinzip.

Selen und Tellur geben auch säuernde Prinzipe.

Man unterscheidet,

I. in den Säuren:
1) Sauerstoffsäuren,
2) Haloidsäuren, und
3) Sulphosäuren (Sulphide), und

II. in den Basen:
1) Sauerstoffbasen,
2) Haloidbasen, und
3) Sulphurete.

2) Die Vereinigung einer Säure mit einer Säure, nennt man Doppelsäure; eben so bildet die Vereinigung einer Base mit einer Base eine Doppelbase.

I. Von den Säuren.

1) Das Wort Säure bezeichnet nicht diejenigen Körper allein, welche sauren Geschmack haben, oder blaue Pflanzenfarben röthen, und im Wasser auflöslich sind; denn z. B. Schwefel-, Blau-, und Kiesel-Säure, sind alle drei deßhalb wirklich Säuren, weil sie in ihrem elektrischen Verhalten übereinstimmen, obwohl die erste nur auf den Geschmack und die blauen Farben aus Pflanzensäften, die zweite nur auf diese Farben und nicht den Geschmack wirkt, die dritte aber im Wasser unlöslich weder auf den Geschmack wirkt noch die Farbenänderung hervorbringt.

2) Viele finden sich in der Natur — frei oder gebunden —, können aber auch durch Kunst bereitet werden; manche lassen

sich durchaus nicht aus ihren Bestandtheilen zusammensetzen, und manche werden blos künstlich hervorgebracht.

§. 1. Von den Sauerstoffsäuren.

1) Diese Säuren haben ihre Namen von ihren Radikalen, und zwar:

1) wenn das Radikal nur in einem Verhältnisse mit dem Sauerstoff sich befindet, so benennt man die Säure mit dem Namen des Radikals, dem das Wort Säure angefügt wird;

2) wenn das Radikal in zwei Verhältnissen mit Oxygen sich verbindet, so wird die den meisten Sauerstoff enthaltende Verbindung nach der unter 1 angegebenen Vorschrift bezeichnet, und die die geringere Quantität von Sauerstoff besitzende durch ein aus dem Radikal gebildetes auf ig endigendes Eigenschaftswort und das Wort Säure, z. B.

$\underset{,}{\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}}$ = Arseniksäure und $\underset{,}{\overset{\cdot\cdot\cdot}{As}}$ = arsenige Säure;

3) wenn das Radikal in mehreren Verhältnissen mit dem Oxygen Verbindungen eingehen kann, so wird eine Verbindung nach der unter 1 angegebenen Regel bezeichnet, zur Bezeichnung der übrigen bedient man sich der Silben **Unter** oder **Ueber**, welche an das Wort Säure oder an die nach 2 angegebenen Eigenschaftswörter kommen. Z. B.

$\overset{\cdot\cdot\cdot}{S}$ = Schwefelsäure, $\underset{,}{\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{S}}$ = Unterschwefelsäure,

$\overset{\cdot\cdot}{S}$ = schweflige Säure, $\overset{\cdot}{S}$ = unterschweflige Säure.

2) Wichtige Sauerstoffsäuren sind die Verbindungen:

1) aus Sauerstoff und Stickstoff:

$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underset{,}{N}}$ = Salpetersäure; { $\overset{\cdot}{\underset{,}{H}}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underset{,}{N}}$ = I Salpetersäurehydrat;
$\overset{\cdot}{\underset{,}{H}}{}^{5}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underset{,}{N}}$ = II Salpetersäurehydrat;

$\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underset{,}{N}}$ = Salpetrige Säure; $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underset{,}{N}}$ $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underset{,}{N}}$ = Salpetersaure salpetrige Säure;

$\overset{\cdot}{N}$ = Stickstoffoxyd; Scheidewasser; $\overset{\cdot}{\underset{,}{N}}$ = Stickoxydulgas;

2) aus Sauerstoff und Kohlenstoff:

$\overset{\cdot\cdot}{C}$ = Kohlensäure, spezif. Gew. = 1·5, stickende Wetter;
$\overset{\cdot}{C}$ = Kohlenoxyd;

3) aus Sauerstoff und Schwefel:

$\overset{\cdot\cdot\cdot}{S}$ = Schwefelsäure; { $\overset{\cdot}{\underset{,}{H}}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{S}{}^{2}$ = I Hydrat, sächs. Vitriolöl;
$\overset{\cdot}{\underset{,}{H}}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{S}$ = II Hydrat, engl. Vitriolöl;

$\overset{\cdot\cdot}{S}$ = Schweflige Säure; { $\overset{\cdot}{\underset{,}{H}}{}^{2}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{S}$ = III Hydrat;
$\overset{\cdot}{\underset{,}{H}}{}^{3}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{S}$ = IV Hydrat;

4) aus Sauerstoff und Phosphor:

$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underset{,}{P}}$ = Phosphorsäure;

$\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underset{,}{P}}$ = Phosphorige Säure;

5) aus Sauerstoff und Kiesel:

$\dddot{Si}$ = Kieselsäure, zur Glas-Glasur-Bereitung;

6) aus Sauerstoff und Arsenik:

$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underset{\prime}{As}}$ = Arseniksäure;

$\dddot{\underset{\prime}{As}}$ = Arsenige Säure — Rattengift; gegen welches

$\dot{\underset{\prime}{H}}^3 \dddot{\underset{\prime}{Fe}}$ = Eisenoxydhydrat wirkt.

Professor Otto in Braunschweig fand und veröffentlichte in neuester Zeit das Geheimniß der Schießbaumwolle. „Zur Darstellung der explosiven Baumwolle wird gewöhnliche, gut gereinigte Baumwolle ungefähr eine halbe Minute lang in höchst concentrirte Salpetersäure (destillirt aus 10 Theilen getrockneten Salpeters und 6 Theilen Vitriolöl) getaucht, dann sofort in oft zu erneuerndes Wasser gebracht, um sie darin von der anhängenden Säure völlig zu befreien, wobei Sorge zu tragen, daß die fester zusammenhängenden Theilchen gehörig entwirrt werden, und hierauf stark getrocknet. Das explosive Präparat ist dann fertig. Man wendet die explosive Baumwolle genau so an, wie Schießpulver, macht aus derselben einen Pfropf, stößt diesen in den Lauf, setzt einen Papierpropf und dann die Kugel auf. Die Explosion des Zündhütchens bringt die Baumwolle zum Explodiren."

§. 2. Von den Haloidsäuren.

1) Die Wasserstoffsäuren, so heißen auch die Haloidsäuren, verbinden sich nicht wie die Sauerstoffsäuren mit den basischen Oxyden, sondern sie zersetzen sich damit, und zwar

so, daß der Wasserstoff der Säure (welche aus Hydrogen und Chlor, oder Brom, Jod, oder Fluor geworden ist) mit dem Sauerstoff des Oxydes: Wasser, und das Radikal der Säure mit dem Metalle des Oxydes: einen neuen Körper bildet. Das säuernde Prinzip hat mit dem Radikale nur eine Säure. Die Bezeichnung dieser Säuren geschieht dadurch, daß man das Wort Hydro dem Namen des Prinzipes voraussetzt.

2) Vorzüglich wichtig ist die Hydrochlorsäure = HCl, weil aus dieser und aus Wasser die dem Chemiker höchst wichtige Salzsäure bereitet wird. Aus 4 Theilen Salzsäure und aus 1 Theil Salpetersäure kann man Königswasser machen, welches zur Auflösung des Goldes und Platins dient.

§. 3. Von den Sulphiden.

1) Von den Nichtmetallen gehen nur Wasserstoff und Kohlenstoff mit dem Schwefel Verbindungen ein, welche sich mit den Schwefelmetallen zu Salzen vereinigen können. Anders ist es bei den Metallen.

2) Bemerkenswerthe Sulphide sind:

1) $\overset{\prime}{H}$ = Hydrothionsäure oder Schwefelwasserstoff, welches wie faule Eier riecht, beim Einathmen giftig wirkt, blankes Silber und Kupfer schwärzt, sich bei der Fäulniß organischer Körper entwickelt, und schon durch eine glimmende Kohle zur Flamme entzündet werden kann...;

2) $\overset{\prime\prime}{C}$ = Schwefelkohlenstoff, nach faulen Rüben riechend, leicht entzündlich;

3) $\overset{\prime\prime\prime}{\underset{,}{As}}$ = Anderthalb Schwefelarsenik (Rauschgelb).

II. Von den Basen.

1) Jede reine Basis ist primäre Verbindung, in welcher das Radikal immer ein Metall ist.

2) Die Basen geben mit den Säuren, welchen sie in chemischer Rücksicht entgegengesetzt sind, sekundäre Verbindungen.

Bei einigen Basen geht der Gegensatz mit den Säuren so weit, daß sie die durch Säuren veränderten Pflanzenfarben wieder herstellen; einige stehen aber den Säuren so nahe, daß sie manchmal die Rolle einer Säure übernehmen können.

§. 1. Von den Sauerstoffbasen.

Man unterscheidet in den basischen Oxyden:

a) diejenigen aus Leichtmetallen,

b) von denjenigen aus Schwermetallen.

Die Sauerstoffbasen erscheinen nicht immer unmittelbar (wo sie Oxyde, Sesquioxydule und Oxydule heißen), sondern sie müssen oft erst (aus Superoxyden oder aus Suboxyden) zu Basen gebildet werden.

ad a.

Die Sauerstoffbasen der Leichtmetalle heißen:

α) Alkalien, wenn sie im Wasser leicht löslich sind (Lithion, Kali und Natron [zur Seifensiederei]);

β) alkalische Erden, wenn sie im Wasser schwer löslich sind (Oxyde vom Barium, Calium [aus der Kalkerde], Magnesium und Strontium);

γ) eigentliche Erden, wenn sie im Wasser gar nicht löslich sind (Oxyde vom Aluminium, Beryllium, Thorium, Yttrium und Zirkonium).

Der gebrannte Kalk im Zustande von Hydrat gibt mit Sand den Luftmörtel; den hydraulischen Mörtel erhält man durch Brennen eines Gemenges von Kalk mit kiesel- und thonerdehaltigen Substanzen, oder durch schwaches Brennen von sogenanntem magern Kalkstein.

ad b.

Die meisten Oxyde der Schwermetalle besitzen basische Eigenschaften (obwohl mehrere entschiedene Säuren sind), und sind fast durchgängig gefärbt, und im Wasser unlöslich.

Bemerkenswerthe basische Oxyde der Schwermetalle sind:

Silberoxyd = $\dot{A}g$, woraus Knallsilber,

Goldoxyd = $\dddot{A}u$, woraus Knallgold wird,

Eisenoxyd = $\dddot{F}$, zu Rothstiften, auch Poliermittel, brauchbar,

Bleioxydul = $\dot{P}b$, zur Bereitung des Bleiweißes, der Glasuren.. dienlich.

§. 2. Von den Haloidbasen.

1) Die Haloidbasen sind meistens künstlich dargestellt, und Chlor ist in ihnen vorzugsweise negativer Bestandtheil.

Die Bezeichnungsweise der Haloidbasen hat Eigenthümliches.

2) Von den Haloidbasen müssen bemerkt werden:
Chlornatrium = NaCl, und
Jodsilber.

Chlornatrium (im gewöhnlichen Leben Kochsalz genannt) krystallisirt in Würfeln; ist häufig pyramidenförmig

zusammengefügt; durchsichtig oder durchscheinend; von rein salzigem Geschmack; beim Erhitzen knistert es heftig, schmilzt und verdampft, beim Erkalten erstarrt es wieder; ist im kalten und heißen Wasser gleich leicht löslich. In 100 Theilen sind 39·7 Thl. Natrium und 60·3 Thl. Chlor.

Seines vielfachen Gebrauches wegen muß es in vorzüglicher Quantität bereitet werden, und man gewinnt es:

bergmännisch als Steinsalz,
durch Abdampfen seiner als Salzquellen (Salzsoolen) natürlich vorkommenden Auflösung, und
durch Verdunsten des Meerwassers in der Sonnenwärme.

Jodsilber ist vorzüglich zu brauchen: beim

Fertigen der Daguerre'schen Lichtbilder.

Will Jemand nach Daguerre Lichtbilder gefertiget zeigen, so muß er:

1) den Grund, auf welchem sie sich zeigen sollen, zweckmäßig vorbereiten, und
2) das Bild des abzubildenden Gegenstandes klar entstehen lassen, sichtbar machen, und gegen weitere Lichtwirkung schützen.

ad 1.

Der Grund, worauf die Daguerre'schen Lichtbilder aufgetragen werden, ist am besten Silber; gewöhnlich hat man sauber plattirte Kupferplatten mit glatten, gleichförmigen, von Rissen und Furchen freien Oberflächen, welche vorbereitet werden:

a) durch Poliren und dann
b) Jodiren.

ad a.

Um die silberplattirte Kupferplatte (Placquè) gut zu poliren, wird sie auf ein (mit dünn gewalztem und schwach mit Terpentinöl benetzten Kautschouk) überzogenes, kleines Holzstativ fest angedrückt, so zwar, daß die Silberfläche der Platte nach oben, die Kupferfläche aber auf den Kautschouk zu liegen kommt; und nun zuerst mit fein geschlämmtem, und durch einige Tropfen Alkohols mäßig befeuchteten, Tripel unter Mitanwendung eines Bäuschchens ganz zarter Baumwolle kreisförmig, und mit mäßig starkem Druck, geschliffen, bis die Platte ziemlich matt blank erscheint. Hierauf bestäubt man die so vorgerichtete Platte von neuem, jedoch diesmal ohne Zusatz von Alkohol, mit etwas Tripel, und schleift ganz in derselben Weise einige Minuten, oder überhaupt so lange, bis die zu dieser Operation angewandte Baumwolle ein grauschwarzes Ansehen zeigt, und die Platte einen, schon etwas reinern obwohl noch immer etwas matten Spiegel angenommen hat. Nach dieser Prozedur schreitet man zum eigentlichen Poliren der Platte. Zu dem Ende bestäubt man die Platte mit sehr fein geschlämmtem Englischroth (auch Colcothar oder Polirroth genannt), und sucht dieses Pulver mittelst einer Baumwolle, unter ganz schwachem Druck, so gleichförmig als nur immer möglich, auf der Platte in fortwährend kreisförmiger Bewegung herumzuführen, oder überhaupt die Platte so lange zu poliren, bis die Oberfläche derselben vollkommen spiegelblank erscheint. Hierauf polirt man die Platte in nun entgegengesetzter kreisförmiger Bewegung, und beendet den Prozeß des Polirens endlich damit, daß man die Platte nur nach einer und zwar der Richtung polirt, die senkrecht ist zu der, auf welcher

das Bild auf der Platte nachher zu stehen kommt. Man erkennt eine vollkommen gut polirte Platte zum Theil schon daran, daß durch ein leises Behauchen mit dem Munde der Hauch auf der Silberfläche ganz homogen weiß erscheint, und selber vollkommen fleckenlos schnell wieder verschwindet; besser aber ist's zur Beurtheilung einer regelrecht ausgeführten Politur, die Platte einem weißen Papiere oder einem andern weißen Gegenstande entgegen zu halten, so zwar, daß das Papier dem durch das Fenster eindringenden Tageslichte gegenüber — die Platte dagegen mit der Rückseite dem Fenster zu — gewendet wird. Hierbei erkennt man zugleich, ob die Platte vollkommen regelrecht, oder nur scheinbar gut polirt worden war: zeigt sich nämlich die polirte Oberfläche bei dieser Probe noch wolkig, oder stellenweis dunkel oder streifig, so kann man versichert sein, daß auf solcher Fläche kein gutes Lichtbild hervortreten wird; man muß daher in solchem Fall mit dem Poliren noch so lange fortfahren, bis erwähnte Mängel gehoben sind. Hiebei muß man noch die Bemerkung einschalten, daß es ganz unerläßlich ist, die Baumwolle, womit man das Poliren beenden will, mit dem Polirroth stets gut imprägnirt zu lassen, und nie mit bloßer Baumwolle allein über die Platte hinzufahren; denn in solchem Falle würde man die vollkommen reine Metallfläche wieder mit einem wohl kaum sichtbaren fetten Hauche bekleiden, der zur Entstehung schmutziggrauer Bilder Veranlassung geben würde.

ad b.

Das Bekleiden der Platte mit Jodsilberschicht oder das Jodiren geschieht, indem man die rein polirte, in einen passenden Rahmen gefaßte Platte über einer stark mit Wasser verdünnten Jod-

chlorürlösung (der man erforderlichen Falls wohl etwas Bromwasser zusetzen kann), die sich in einem mit wohlgeschliffenen Rändern versehenen Porzellangefäße befindet, und zwar in einer Entfernung von ungefähr 4 Linien vom Niveau der Flüssigkeit, horizontal hinlegt; sie in kurzen Zwischenräumen, bei sehr schnellem Umwenden und nicht zu grellem Tageslichte, einem weißen Papiere gegenüber, besieht, und sie augenblicklich den Jodchlorürdämpfen entzieht, sobald man bemerkt, daß sie einen leicht röthlichen Farbenton angenommen; endlich sie eben so schnell in die dazu dienende, und vollkommen vor Licht geschützte Kapsel bringt. Zeigt die Platte beim Gelbwerden über der Flüssigkeit schon eine Spur von grünlichem Schimmer, so kann man sich die vergebene Mühe, die Platte so weiter brauchen zu wollen, ersparen, und wird gut thun, sie lieber wieder von neuem abzuschleifen und zu poliren. Die Ursache der grünlichen Färbung der Platte ist gewöhnlich die Transpiration der Hand während des Polirens, besonders wenn man zu wenig Baumwolle genommen und deßhalb mit den Fingern der Platte zu nahe kam. Außerdem ist es nöthig, daß das Gefäß, worin sich die Jodchlorürlösung befindet, bedeutend breiter und länger sei, als die darauf zu legende polirte Platte, indem sonst die Oberfläche der Flüssigkeit sehr concav, und eben deßhalb die Platte in ihren mittleren Theilen weniger jodirt werden würde. Um diesen Uebelstand aber gänzlich zu umgehen, möchte es gut sein, eine mit verdünnter Jodchlorürlösung getränkte Filzscheibe in jenes Porzellangefäß einzulegen, um dadurch wo möglich eine recht gleichförmige Evaporation zu bewirken.

ad 2.

Das Bild entsteht — durch chemische Einwirkung des Lichtes — in der Camera obscura, in welche die polirte und jodirte Platte zu bringen ist. Vor dem Einstellen der Platte in die Camera obscura ist wohl zu merken, daß dieses Instrument im Verhältniß zu dem abzubildenden Gegenstande, weder zu hoch noch zu niedrig sondern in proportionaler Höhe, horizontal aufgestellt werde, wobei aber auch vorzüglich noch das zu berücksichtigen ist, daß mehrere zugleich abzubildende Gegenstände, sowie die einzelnen Theile des menschlichen Körpers, möglichst in eine der Linse der Camera parallele Fläche (d h. keiner dem Apparate näher oder ferner, als der andere) gebracht werden, indem sonst bedeutende Verkürzungen oder Verlängerungen entstehen würden, die allerdings zu starken Verzeichnungen Veranlassung geben müßten. Ist dies alles berücksichtigt, und der Brennpunkt der Gläser scharf eingestellt, so setzt man durch augenblickliches Oeffnen des Objektivglases die vorbereitete Platte, und zwar nach Maßgabe der Lichtintensität eine kürzere oder längere Zeit, der Einwirkung des hellen Tageslichtes aus, und bringt sie dann, nach eben so schnell erfolgter Verdeckung des Objektivglases, mit der bekannten Vorsicht in den Quecksilberkasten, worin man sie so lange läßt, bis das Bild deutlich und scharf genug hervorgetreten ist. Um nun die durch das Licht nicht affizirte röthliche Jodsilberschicht gänzlich von der Platte zu entfernen, ist es am rathsamsten, die Platte, statt sie unter Kochsalzlösung mit einem Stückchen Zink zu berühren, vielmehr (nachdem man sie zuvor auf der Rückseite durch schwaches Abwischen mit der Hand ihres Quecksilberanfluges beraubt) in eine sehr ver-

dünnte Lösung von unterschwefligsaurem Natron (aus 6 Unzen destillirtem Wasser und 1 Drachme Salz bestehend) recht behende einzulegen, so zwar, daß die Salzlösung die Platte nicht langsam und etwa nur stellenweis, sondern wo möglich auf allen Theilen gleichzeitig benetzt, sie unter der Salzlösung etwas hin und her zu bewegen, und erst dann, wenn sie gehörig weiß geworden, mit einer reichlichen Quantität destillirten oder Regenwassers in etwas geneigter Lage abzuspülen.

Nachdem sie so rein abgewaschen, legt man sie wagrecht auf einen verlängerten Messingrahmen oder Rost, gießt aus einer Höhe von 3 — 4 Zoll eine ungefähr 1 Linie dicke Schicht Goldsolution darauf, und erwärmt nun die Platte von unten mit einer kleinen Weingeistlampe, die man in fortwährend kreisförmig horizontaler Bewegung erhält, so lange, bis das Bild mit einem sehr kräftigen schönen Farbentone hervorgetreten ist, wobei man sich aber vorzusehen hat, die Platte ja nicht zu stark und zu lange zu erhitzen, in welchem Falle sich das ganze Bild plötzlich abblättern, und von der Silberfläche völlig lostrennen würde. Man erkennt den richtigen Zeitpunkt, bei welchem man das Erhitzen der Platte einzustellen hat, daran, daß der Hintergrund im Bilde eine helle, klare Farbe angenommen.

Bei diesem Erwärmen der mit der Goldsolution bedeckten Silberplatte entstehen auf derselben in einiger Zeit kleine Luftbläschen, durch die man sich nicht irre machen lassen darf, da sie durch leichtes Anstoßen an den Rahmen oder Rost sogleich wieder entfernt werden können. Hält man das Bild für hinlänglich scharf und deutlich hervorgetreten, so gieße man schnell reines kaltes Wasser darauf, stelle es auf der einen Seite des Rahmens schräg auf-

wärts, d. h. in einen Winkel von ungefähr 45 Graden, süße es hier nochmals mit etwas reinem Wasser aus, und trockne es endlich in dieser Stellung durch Darunterhalten einer Weingeistlampe, während man gleichzeitig das Verdampfen des Wassers durch leichtes Daraufblasen begünstiget.

Sollten sich bisweilen während des Trocknens gelbe Flecken bilden, so kann man selbe, durch nochmaliges Abspülen der Platte mit Wasser und Erhitzen derselben von oben nach unten, leicht wieder entfernen.

Zeigen sich aber beim Erhitzen der mit Goldsolution bedeckten Platte auf derselben nebelartige Flecken, so ist dies ein Beweis, daß das unterschwefligsaure Natron nach dem Entjoden der Platte nicht gehörig entfernt worden war, denn in einem solchen Falle schlägt sich beim Erhitzen der Platte jedesmal ein wenig Schwefel auf das Bild nieder. Würde man sich zum Entjoden der Platte, statt des unterschwefligsauren Natrons, einer Kochsalzlösnng unter Berührung mit Zink bedienen, so würde man bei der eben beschriebenen Vergoldungs- oder Fixirungsmethode nur graue, unscheinbar aussehende Bilder erhalten.

Bilder, die man genau nach vorstehender Anleitung gewonnen, werden von keiner Art Licht im mindesten mehr affizirt, und sind so dauerhaft, daß sie sogar ein schwaches Ueberwischen mit Baumwolle recht gut ertragen.

* * *

Es wird nicht unzweckmäßig erscheinen, wenn noch angegeben wird eine Bereitungsmethode:

a) des Jodchlorürs, und

b) der Goldsolution.

a) Bereitung des Jodchlorürs.

Dieses Präparat wird am schnellsten, gefahrlosesten und einfachsten dargestellt, indem man in einer Glasretorte auf bekannte Art aus Braunstein und Salzsäure Chlor entwickelt, dies durch eine in den Hals der Retorte luftdicht eingekittete Glasröhre in einen kleinen, etwa 6 Zoll hohen, und 2 Zoll im Durchmesser haltenden Glascylinder, auf dessen Boden sich trocknes, gepulvertes Jod befindet, bringt und während der Gasentwicklung die sehr bald flüssig werdende, dunkel schwarzbraun aussehende Jodmasse von Zeit zu Zeit mit einem langen Glasstabe umrührt. Ist der größte Theil des Jods in diese schwarzbraun aussehende Masse verwandelt, so hört man mit der Entwicklung des Gases auf; denn würde man diese flüssige Verbindung (das Jodchlorür) noch längere Zeit den Chlordämpfen aussetzen, so entstünde eine andere, feste, gelb aussehende Chlorjod-Verbindung, die zu unserm Zwecke unbrauchbar wäre. Das dunkelschwarzbraun aussehende Jodchlorür versetzt man nun endlich noch mit ungefähr 16 Theilen Wasser, läßt das sich hierbei ausscheidende Jod ruhig absetzen, und gebraucht dann zum Jodiren die darüberstehende schwach röthlichgelb aussehende verdünnte Lösung.

b) Bereitung der Goldsolution.

Man löse 16 Gran krystallisirtes gelbes Chlorgold in 16 Unzen destillirten Wassers, dem man, da das Chlorgold stets etwas sauer reagirt, einen, höchstens zwei Tropfen Ammoniakflüssigkeit (Liquor ammon. caustic) unter Umrühren zusetzt. Hierauf bereite man eine aus 50 Gran unterschwefligsaurem Natron und 16 Unzen destillirten Wassers bestehende Salzlösung, mische dann beide mitein-

ander, und zwar mit der Vorsicht, daß man die auf ein Papierfilter gebrachte Goldsolution tropfenweise in die unterschwefligsaure Natronlösung (unter beständigem Umrühren dieser letztern mit einem Glasstabe) einträgt. Das auf diese Weise resultirende Präparat ist vollkommen farblos und wasserklar, während man, wenn man nicht genau nach dieser Vorschrift verfährt, und etwa versucht, die unterschwefligsaure Natronlösung zur Goldsolution zu schütten, eine braungelbe Flüssigkeit erhalten würde, die zu vorstehendem Zwecke völlig unbrauchbar wäre.

(Reißer in Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie. 45. 359).

§. 3. Von den Sulphureten.

1) Die vorkommenden Sulphurete, welche durch Naturwirkung oder durch Kunst sich zeigen, geben (wenn Sauerstoffsäuren auf sie wirken) Schwefelwasserstoff, Schwefel und Oxyde ihrer Bestandtheile.

Aus den natürlichen Sulphureten ist durch Erhitzen Schwefel zu gewinnen.

2) Bemerkenswerth sind:

$\acute{Hg}$ = Schwefelquecksilber (Zinnober),

$\dot{Pb}$ = Schwefelblei.

II. Artikel. Indifferente Körper.

1) Indifferente Körper werden diejenigen primären Verbindungen genannt, denen die Eigenschaften der Säuren und der Basen fehlen, die sich somit elektrochemisch indifferent verhalten.

2) Von den indifferenten Körpern, welche in der anorganischen Chemie wenige sind, ist der wichtigste das **Wasser**.

Wasser ist Oxyd des Wasserstoffes. Es sind in dieser Verbindung, wenn das Wasser **rein** heißen soll, zwei Raumtheile Wasserstoffgas und ein Raumtheil Sauerstoffgas, oder nach dem Gewichte unter 100 Gewthl. Wasser 11·09 Thl. Hydrogen und 88·9 Thl. Oxygen. — Mischt man zwei Volumen H mit einem Volumen O und entzündet dieses Gemenge (**Knallgas**), so verbrennt es mit einem heftigen Knalle, und wird in Wasserdampf verwandelt, der sich zu tropfbarem Wasser verdichten läßt, welches genau das Gewicht der verzehrten Gase zeigt. Dieses ist ein einfacher Beweis, daß das reine Wasser Oxyd des Hydrogens sei. —

In reinem Zustande ist das Wasser geschmack- und geruchlos, höchst durchsichtig, in kleinen Quantitäten ohne erkennbare Farbe, in größern bläulich grün. Das spezifische Gewicht ist 770 mal größer als das der atmosphärischen Luft oder = 1. (pag. 27).

Das gewöhnliche Wasser hat durch seine Auflösungskraft Körper verschiedener Art in sich aufgenommen, welche es theils festhält, dadurch einen eigenthümlichen Geschmack hat, und zu manchen technischen Zwecken unbrauchbar ist (**hartes Wasser**), theils in Ruhe wieder absetzt.

Das Meerwasser enthält die größte Menge fremdartiger Körper aufgelöst. Manigfaltige Mischungen enthalten die Mineralquellen. Das Brunnenwasser ist ziemlich rein; doch gewöhnlich nicht so rein, als Regen- und Schneewasser. Wasser, welches organische Stoffe aufgenommen hat, bekommt einen übeln Geruch und Geschmack; selbst das reinste Wasser verdirbt oft, wenn es aus der Luft oder aus andern Körpern durch die Absorption Gase aufgenommen hat.

Damit im Wasser verschiedene Körper weich und aufgelöst werden, so muß es oft auf verschiedene Temperaturgrade gebracht werden. Mehrere Körper lösen sich im kalten Wasser nicht, wohl aber im warmen auf.

* * *

Vom Verbrennungsprozeß.

1) Es ist bereits (pag. 41) angemerkt, daß bei chemischen Verbindungen Wärme erzeugt wird; dieses wird aber vorzüglich beachtet beim Verbrennen, d. i. bei einer solchen chemischen Verbindung, bei welcher die entwickelte Wärme bis zur Glühhitze steigt, wo dann Wärme und Licht zugleich auftreten.

Das Wort Verbrennen soll hier vorzüglich den mit Licht- und Wärme-Entwicklung vor sich gehenden Oxydationsprozeß bezeichnen. Woher beim Verbrennen die Wärme und das Licht komme, ist noch nicht ausgemittelt.

2) Zum Verbrennungsprozeß sind nöthig zwei Stoffe, nämlich:

der Brennstoff, d. i. derjenige, welcher das Verbrennen erleidet, und

der Zündstoff, d. i. derjenige, welcher das Verbrennen unterhält — gewöhnlich der Sauerstoff —.

3) Wenn der Verbrennungsprozeß, der nur bei einer gewissen Temperatur beginnt, einmal eingeleitet ist, so ist auch zur Fortsetzung eine gewisse Wärme nöthig, welche aber durch den Prozeß selber gewöhnlich überflüssig geliefert wird, wenn Sauerstoff in hinreichender Menge und mit gehöriger Geschwindigkeit zufließen und mit dem Brennstoff in Berührung treten kann.

Luftkanäle, Schornsteine, Gebläse, Feuersicherheitskleider, Anstriche gegen Feuerwirkung, Ausblasen einer brennenden Kerze, Feuerlöschpulver, Zuspritzen von Wasser (durch welches das Brennen unterhalten und verhindert werden kann), Davy's Sicherheitslampe.

4) Das Verbrennungsprodukt ist immer ein Oxyd. Die Oxydbildung wird freilich nicht so sehr erzweckt, als die Hervorbringung von Wärme und Licht.

Es ist von großer Wichtigkeit, im Leben die erzeugte Wärme oder das erzeugte Licht vollkommen nutzbar machen zu können.

II. Kapitel.

Sekundäre Verbindungen.

1) Die Verbindungen aus Säuren und Basen heißen Salze (Amphidsalze).

Diese Salze sind im wasserfreien Zustande fest. Wenn sie rein sind, und aus farblosen Säuren und Basen bestehen, sind sie auch farblos; die aus farbigen Basen bestehenden, haben meistens die Farbe der wasserhältigen Base oder eine ihr ähnliche; vom Wassergehalte ist die Farbe überhaupt stark abhängig. Die meisten Salze sind im Wasser bald mehr, bald weniger leicht löslich, und haben einen eigenthümlichen Geschmack.

Angabe anderer Charaktere eines Salzes!

2) Man hat, wenn man sie nach der Säure in Gattungen eintheilt,

a) Schwefelsalze (Sulphide und Sulphureten vereiniget),

b) Haloidsalze (aus Haloidsäuren und gleichnamigen Basen), und

c) Sauerstoffsalze (gebildet von Sauerstoffsäuren und Sauerstoffbasen).

Die bemerkenswerthen Arten der letztern, welche in Rücksicht ihrer Säure genannt werden:

neutrale,
saure, oder
basische, heißen nach den Basen:

1) Aluminate,
2) Silikate,
3) Nitrate,
4) Borate,
5) Phosphate,
6) Sulphate, und
7) Carbonate.

Viele Salze haben der Kürze wegen Trivialnamen erhalten, z. B. Salpeter, Glaubersalz.

NB. Mehreres von diesen Verbindungen in der Mineralogie.

II. Abtheilung.

Organische Chemie,

oder

Von den organischen Verbindungen.

1) Die organische Chemie hat zu ihrem Gegenstande sowohl diejenigen Verbindungen, welche durch Lebensprozesse (p. 46, 2) der Pflanzen und Thiere erzeugt werden, und die Bestandtheile des lebenden Pflanzen- und Thier-Körpers ausmachen, als auch diejenigen, welche aus diesen natürlich vor-

kommenden Pflanzen- und Thierstoffen, durch Umsetzung der Elemente, auf sogenanntem künstlichen Wege hervorgebracht werden, und noch die Zusammensetzungsweise der ersteren haben.

Die wichtigste Bildungsstätte organischer Verbindungen ist der Pflanzen- und Thierkörper.

2) Die Bestandtheile der sämmtlichen natürlich vorkommenden organischen Körper sind:

a) wesentliche Bestandtheile, und zwar:
Kohlenstoff,
Wasserstoff,
Sauerstoff, und
Stickstoff; und

b) Nebenbestandtheile, z. B.:
Schwefel, Phosphor, Kiesel, Chlor, Jod, auch Kupfer und Eisen...

Eine große Menge von organischen Körpern ist nur aus C, H, und O zusammengesetzt; einige enthalten die nur wesentlichen Elemente; wenige bestehen blos aus C und H. In keinem organischen Körper fehlt der Kohlenstoff.

3) Der chemische Charakter der organischen Körper ist ihre große Neigung, unter der Einwirkung der Lebenskraft, der Wärme, der starken Säuren und Basen ꝛc., nach neuen Verhältnissen ihre Bestandtheile umzusetzen, und ihre leichte Zersetzbarkeit.

4) Da Pflanzen- und Thierkörper nicht nur während ihres Lebens, sondern auch nach ihrem Tode Bildungsstätte organischer Verbindungen sein können, so kann man die organischen Verbindungen unterscheiden:

I. in Produkte des Lebens, und
II. in Produkte der Metamorphose.

I. Abschnitt.

Von den organischen Verbindungen als Produkten des Lebens.

Diese Verbindungen können betrachtet werden:
I. wie sie die Natur gibt, und
II. wie sie durch künstliche Umbildung erscheinen.

I. Kapitel.

Edukte der Natur.

Die organischen Verbindungen als Edukte der Natur sind:
I primäre, und
II. sekundäre Verbindungen.

I.

Von den primären organischen Verbindungen.

1) Diese Verbindungen unterscheiden sich wieder (p. 67):
I. in Säuren und Basen, und
II. in indifferente Körper.

Basen gibt es wenige, indifferente Körper dagegen viele.

2) Unter den Säuren und indifferenten Körpern gibt es:
stickstofffreie, und
stickstoffhaltige.

I. Artikel. Säuren und Basen.

I. Von den Säuren.

1) Wichtige stickstofffreie Säuren sind:
die Sauerkleesäure (Acidum oxalicum) $= C^2O^3 = \overline{O}$;
die Ameisensäure (A. formicum) $= C^2H^2O^2 = \overline{F}$;
die Essigsäure (A. aceticum) $= C^4H^6O^2 = \overline{A}$;
die Milchsäure (A. lacticum) $= C^6H^{10}O^5 = \overline{L}$;
die Weinsäure (A. tartaricum) $= C^8H^8O^{10} = \overline{T}$;
die Traubensäure (A. uvicum) $= C^8H^8O^{10} = \overline{U}$;
die Citronsäure (A. citricum) $= C^{12}H^{10}O^{11} = \overline{C}$;
die Eichengerbsäure (A. quacitannicum) $= C^{18}H^{10}O^9 = \overline{Qt}$;
die Gallussäure (A. gallicum) $= C^7H^2O^3 = \overline{G}$.

2) Bemerkenswerthe stickstoffhaltige Säuren sind:
die Hippursäure $= C^{18}H^{16}N^2O^3 + HO$, und
die Harnsäure $= C^{10}H^4N^4O^6$.

II. Von den Basen.

Namen organischer Basen (auch Alkaloide genannt) sind:
Morphin, Codein, Narkotin, Thebain, Narcein;
Cinchonin, Chinin;
Strichnin, Brucin, Solanin, Nicotin, Caffein....

II. Artikel. Indifferente Körper.

In den organischen indifferenten Körpern zeigt sich der Sauerstoff:

entweder in demselben,
oder in einem größern,
oder in einem kleinern
Verhältnisse der Mischungsgewichte als im Wasser.

Wenn nun $\overset{.m}{H}$ das Verhältniß der Grundstoffe im Wasser angibt, so hat man:

1) indifferente Körper mit dem Verhältniß $\overset{.2m}{H}$;

2) " " " " " $\overset{.2m}{H} + \overset{n}{O}$, und

3) " " " " " $\overset{.2m}{H} - \overset{n}{O}$.

§. 1. Indifferente Körper mit dem Verhältnisse $\overset{.2m}{H}$ sind:

Pflanzenfaser = $C^3H^4O^2$;

Stärke = $C^6H^{10}O^5$; (Amylum, Satzmehl) { gemeine Stärke, Alantstärke, Flechtenstärke;

Gummi = $C^{12}H^{20}O^{10}$;

Zucker { Rohrzucker = $C^6H^{10}O^5$, Krümelzucker = $C^6H^{12}O^6$, Milchzucker = $C^{24}H^{38}O^{15}$.

Anm. Mannasüß = $C^6H^7O^3$, kann hier eingeschaltet werden.

§. 2. Indifferente Körper mit dem Verhältnisse $\overset{.2m}{H} + \overset{n}{O}$.

Vorzüglich merkwürdig ist der
Pflanzenschleim = $C^6H^8O^5$.

§. 3. Indifferente Körper mit dem Verhältnisse H — O.

Die Zahl dieser Körper ist sehr groß, deßhalb unterscheidet man sie: in

I. Fette,
II. flüchtige Oele,
III. Harze,
IV. Balsame,
V. Proteinhaltige Körper,
VI. Farbestoffe, und
VII. andere indifferente Körper.

I. Von den Fetten.

1) Fette sind Körper, welche bei gewöhnlicher Temperatur tropfbar flüssig oder weich, schlüpfrig anzufühlen, geruch- und geschmacklos sind; welche auf Papier einen durchscheinenden Fleck geben, der durch Erwärmen nicht ausgetrieben wird. Das spezifische Gewicht von den Fetten ist kleiner als 1, und größer als 0·9. Manche absorbiren aus der Luft Sauerstoff...

Gewonnen werden sie aus Pflanzen- und Thierkörpern. Die Benutzung der Fette ist höchst mannigfaltig. Sie werden z. B. gebraucht zur Pflaster- und Seifenbereitung, als Nahrungsmittel, Arzneimittel, zur Farbe, Schmiere u. dgl.

2) Man hat:

a) nicht verseifbare, und
b) verseifbare Fette.

ad a.

Nicht verseifbare Fette sind:

Ambrafett, Gallenfett, Krebsfett...

ad b.

Von den verseifbaren Fetten werden:

α) einige, der Luft ausgesetzt, trocken,

β) einige, „ „ „ nicht trocken.

ad *α*) Wichtige trocknende, verseifbare Fette sind: das Hanföl, Leinöl, Mohnöl, Ricinusöl, Sonnenblumenkernöl, Wallnußöl...

ad *β*) Unter die wichtigen, nicht trocknenden, verseifbaren Fette gehören: Apfelkernöl, Baumöl, Behenöl, Erdnußöl, Mandelöl, Repsöl, Palmöl, Butter, Muskatbutter, Bienenwachs, Pflanzenwachs, Talg, Schweineschmalz, Gänsefett, Klauenfett, Thran, Wallrath...

II. Von den flüchtigen Oelen.

1) Die größere Zahl dieser Körper ist bei der gewöhnlichen Temperatur flüssig, und die wenigen festen sind leicht schmelzbar; meistens sind sie ohne Farbe; sie haben einen brennenden Geschmack und eindringenden Geruch; die durchscheinenden Flecke, welche sie auf Papier machen können, kann Wärmewirkung unsichtbar machen; zwischen den Fingern gerieben, machen sie ein rauhes Gefühl; entzündet brennen sie (Kohlensäure und Wasser bildend) mit heller, aber stark rußender Flamme.

2) Diese Körper, welche aus den Pflanzen und Thieren gewonnen werden (welche sich selbst in den Mineralien finden), unterscheiden Chemiker:

a) in sauerstofffreie, und

b) in sauerstoffhaltige, welche vorkommen:

α) mit oder

β) ohne Stickstoffschwefel.

ad a.

Als die wichtigen dürften zu merken sein von den sauerstofffreien: das Wachholderbeeröl, Terpentinöl, Citronenöl und Bergamottöl.

ad b.

Von den sauerstoffhaltigen flüchtigen Oelen sollen nicht unerwähnt bleiben:

α) von denen ohne Stickstoffschwefel:
Bittermandelöl, Cantharidin, Helenin, Kampfer, Rosenöl, Zimmtöl ...;

β) von denen mit Stickstoffschwefel:
Senföl = $N^4C^{32}H^{40}O^5S^5$.

III. Von den Harzen.

1) Die Harze erscheinen: als feste, als weiche, und sogar (wenn sie ein gemengtes flüchtiges Oel enthalten) als halbflüssige Körper. Die Elektricität leiten sie schlecht, und werden durch Reiben selbst elektrisch. In Alkohol, Aether und Oelen lösen sie sich auf, in Wasser aber nicht. Alle sind schmelzbar; entzündet brennen sie mit rußender Flamme. Ihr spezifisches Gewicht ist zwischen 1·2 und 0·9. Vorkommen sie vorzüglich in den Pflanzen, aber auch in Thieren und Mineralien.

2) Zu den wichtigen Harzen müssen ihrer Nützlichkeit wegen gezählt werden:

Bernstein, Copal, Fichtenharz, Gummilack, Mastix.

IV. Balsame.

1) Gemenge von flüchtigen Oelen und Harzen heißen Balsame, welche in der gewöhnlichen Temperatur weich oder halbflüssig sind, und sonst die Eigenschaften der Harze haben.

2) Oefter werden gebraucht:
der flüssige Storax von Conditoren,
der Perubalsam in der Medicin,
der Terpentin verschiedenartig.

V. Proteïnhaltige Körper.

1) Schon vor beinahe dritthalbtausend Jahren hat der Grieche Hippokrates behauptet, daß es bei verschiedenen Arten von Nahrungsmitteln nur einen Nahrungsstoff gebe; die neuesten chemischen Untersuchungen ergaben, daß wirklich die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel, von den Pflanzen oder Thieren genommen, auf einen Grundstoff zurückgeführt werden können, welchen der Holländer Mulder Proteïn (von πρωτος) nannte. Proteïn ($=C^{24}H^{36}O^{7}N^{6}=Pr$) ist eine gelbliche, geruch- und geschmacklose Masse, leicht pulverisirbar, in Wasser (welches es an spezif. Gewicht übertrifft), Alkohol, Aether und flüchtigen Oelen unlöslich, in verdünnten Säuren aber öslich. Es schmilzt in hoher Temperatur; findet sich an Schwefel und Phosphor gebunden in der Natur.

2) Vorzüglich zu merkende proteïnhaltige Körper sind: Albumin (Thier- und Pflanzeneiweiß), Fibrin, Globulin, Pflanzenleim, dann noch Käsestoff.

VI. Farbstoffe.

1) Es gibt viele verschiedenartige Körper aus dem Thier-, und noch mehr aus dem Pflanzenreich, welche Farbestoffe genannt werden. Die bestimmte Farbe, welche sie besitzen, kann durch Chlor bei Anwesenheit des Wassers, und mehrmals durch das Bleichvermögen der Sonne, durch Temperaturwirkung, oder durch schwefelige Säure zerstört werden.

Benützt werden diese Stoffe häufig.

2) Farbestoffe, nach der Ordnung der Farben im Regenbogen gestellt, sind:

a) rothe:

Alkannaroth, Blattroth, Brasilin, Krapppurpur, Krapproth Santalin, dann Hämatin, und Karminstoff...;

b) gelbe:

Blattgelb, Curcumin, Gentianin, Quercitrin, Safrangelb....;

c) blaue:

Indigblau, Lackmus.

Grüne Farbestoffe sind: Blattgrün und Saftgrün.

VII. Andere indifferente Körper.

1) Es gibt einige indifferente Körper, welche nicht leicht in die vorhergehenden Gruppen gereiht werden können.

Solche finden sich aus den Pflanzen- und den Thierkörpern.

2) Man kann hieher gehörige gewinnen:

a) aus Pflanzen:

α) ohne Stickstoff: Bitterstoffe, Kautschuk, Süßstoffe;

β) mit Stickstoff: Amygdalin, Caffein, Diastas (Bestandtheil des gekeimten Getreides, das mit Wasser befeuchtet, ausgepreßt, und dann mit Alkohol behandelt wird), Emulsin, Fungin, Mucin, Piperin, Sinapin...

b) aus den Thieren:

Bubulin, Fibroin, Harnstoff, Seidenleim, Speichelstoff, Thierschleim...

II.

Von den sekundären Verbindungen.

Die merkwürdigen der hier zu berücksichtigenden Salze (in welchen ein Bestandtheil meistens anorganisch ist) sind:

Sauerkleesalz, zweifach oxalsaures Kali;
Bleizucker, essigsaures Bleioxydul;
destillirter Grünspan, essigsaures Kupferoxyd;
blauer Grünspan, essigsaures Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat;
Brechweinstein, weinsaures Kali-Antimonoxyd;
eichengerbsaures und gallussaures Eisenoxyd.

II. Kapitel.

Umbildungen der organischen Verbindungen.

Die Umbildungen der chemischen Verbindungen, welche aus den Pflanzen- und Thierkörpern kommen, können geschehen in Räumen,

I. in welche die Luft frei eintreten kann, oder
II. von welchen die Luft abgesperrt ist.

I. Artikel. Umbildung bei freiem Luftzutritte.

Durch diese Umbildungsweise können dargestellt werden:

1) radikale (p. 68), und
2) andere umgebildete Körper.

§. 1. Radikalbildung.

Die hier darstellbaren Radikale sind:

Ammonium = NH^4, und
Cyan = Cy = NC^2.

Ammonium, welches man indirekt aus thierischen Stoffen gewinnen kann, ist im isolirten Zustande noch nicht dargestellt. Es verhält sich ganz wie die Metalle, und verbindet sich direkt mit den Salzbildern, daher Chlorammonium (Salmiak) $= NH^4 + Cl = NH^4Cl$.

Ammoniumamalgam wurde dargestellt 1808 von Berzelius, Pontin und Seebeck.

Cyan (p. 60) erscheint als farbloses Gas, ist giftig, brennt unter Entwicklung von Stickstoff und Kohlensäure mit schön violetter Flamme, wird von Wasser absorbirt. Man erhält es aus Blutlaugensalz. (Kaliumeisencyanür

$$= 2\,K\,Cy + Fe\,Cy + 3\,\dot{H}^2).$$

Diese Verbindung bereitet man aus Hornabfällen, getrocknetem Blut, altem Leder ꝛc. mit Pottasche und Eisenfeilspänen gemengt.

Cyan ist in Berlinerblau $= 3\,Fe\,Cy + 2\,Fe\,Cy^2$,

„ „ „ Blausäure $= HCy$.

§. 2. Umwandlung in andere Körper.

Die Umwandlung in andere Körper geschieht unter Einwirkung:

a) des Temperaturwechsels von niedern zu höhern Graden, durch welche mehrere Säuren, dann Chondrin und Thierleim gebildet werden;

b) der anorganischen Säuren und Basen, welche Umbildungsmittel vorzüglich wichtig sind zur Pflaster- und Seifen-Bereitung, dann zur Darstellung organischer Säuren; und

c) des Diastas, welcher bei 55° R und hinlänglich Wasser seine 2000fache Gewichtsmenge in Stärkegummi und Krümelzucker umzusetzen vermag.

II. Artikel. Trockene Destillation.

1) Die Produkte der Zersetzung durch trockne Destillation sind:

flüchtig { tropfbar flüssig, oder
gasartig, und

feuerbeständig — nämlich Kohlen —.

Die erscheinenden Zersetzungsprodukte sind in qualitativer und quantitativer Rücksicht vom Materiale und dem gebrauchten Hitzgrade abhängig.

2) Der trocknen Destillation werden unterworfen:

Salze mit organischen Säuren;
Fette, um verschiedenartige Oele zu gewinnen;
Harze, woraus dann gewonnen wird: Harzfett, Harznaphta, Harzöl, Harzthran ...;
Kautschuk, um Heveen, Kautschin, Kautschukin, zu erhalten;
Holz (ganz vorzüglich); und
Steinkohlen (ebenfalls ganz besonders).

Grubengas (Sumpfgas) bildet in Kohlengruben mit atmosphärischer Luft die schlagenden Wetter; **Leuchtgas**, zur Gasbeleuchtung dienlich; **Holzessig** und **Holztheer** gebraucht man verschieden; **Erdpech** (Asphalt, Judenpech) und **Erdöl** werden vielseitig benützt; selbst **Coaks** bleibt nicht unbenützt.

II. Abschnitt.

Von den organischen Verbindungen als Produkten der Metamorphose.

Diese Produkte der Metamorphose sind:

I. Produkte der Gährung, oder
II. Produkte der Verwesung;

denn nach dem Aufhören der wirksamen Lebenskraft (nach dem Tod der organischen Körper, der keineswegs eine Vernichtung ist) zeigt sich im Innern der Masse der eine oder der andere dieser Oxydationsprozesse.

I. Artikel.

Von der Gährung.

1) Die Produkte der Gährung, welche beim Zutritt der atmosphärischen Luft, bei hinlänglicher Wärme und Feuchtigkeit, vorzüglich in zuckerhaltigen Körpern vor sich gehen kann, sind:
Alkohol und Kohlensäure, oder Gummi, oder
Wasser mit der Essigsäure oder Milchsäure.

2) Man unterscheidet:
1) die Weingährung, und
2) andere Gährungsprozesse.

§. 1. Von der Weingährung.

1) Das Produkt der Weingährung ist Alkohol $= C^4H^{12}O^2$.

2) diese Gährung machen:
die Weine (Traubenweine, Obstweine, Birkenweine),
die Biere, und
die Branntweine.

§. 2. Andere Gährungsprozesse.

Die andern Gährungsprozesse sind:
I. die Schleimgährung,
II. die Essiggährung, und
III. die saure Gährung.

II. Artikel.

Von der Verwesung.

Jeder organische Körper geht durch schnellere oder langsamere Auflösung seiner festen und flüssigen Substanzen in Luft- oder Gas-Arten, in öligte Stoffe, oder in eine fettartige Erde (humus) über, wodurch er mittelst Beimischung verschiedener unorganischer Substanzen wieder zum tauglichsten Mittel vegetabilischer Körper wird. Die Art und Weise der endlichen Auflösung, insgemein die Verwesung genannt, ist aber an sich verschieden, und von ihr sind nachstehende 5 Modifikationen vorzüglich merkwürdig:

I die eigentliche Fäulniß,
II. die Verschimmlung,
III. die Verdumpfung,
IV. die Vermorschung, und
V. die Vertrocknung.

I.

Die eigentliche Fäulniß ist eine Art von Gährung, in welche der todte organische Körper bei der hinlänglichen Menge von Feuchtigkeit, dem freien Zutritte der atmosphärischen Luft, und bei einer Wärme von 10—15° R. geräth, wobei er seinen Umfang, seine Farbe und seinen Zusammenhang verliert, und zum Theil in luftartige, meist übelriechende Substanzen übergeht, zum Theil aber eine schwärzliche und schmierige Erde, den oben genannten Humus, zurückläßt.

II.

Die Verschimmelung entsteht vorzüglich, wenn der todte organische Körper zum Theil seiner natürlich trockenen Beschaffenheit wegen mehr hiezu geeignet ist, größtentheils aber aus Mangel des freien Zutrittes der atmosphärischen Luft und

des Lichtes, wodurch seine Ausdünstung zurückgehalten, und er von einer fremdartigen, aber hiedurch in ihrem Wachsthume beförderten vegetabilischen Substanz, dem zu den Schwämmen gehörigen sogenannten Schimmel, ganz überzogen, und von solchem allmählig verzehrt wird. Dieser Schimmel erscheint anfänglich nur wie ein zarter Mehlstaub, wächst dann haarförmig, und geht unter günstigen Umständen auch noch in größere Gestaltungen über.

III.

Die Verdumpfung findet vorzüglich dann statt, wenn durch Verhinderung des freien Luftzutrittes und der Verflüchtigung der gasartigen Substanzen, die organischen Körper eine besondere Mischung erhalten, vornehmlich aber vermittelst des Beitrittes fremdartiger, in ihrer Nähe befindlicher, insbesondere salziger Stoffe eine gänzliche Veränderung erleiden.

Hievon wurden in Frankreich in neuern Zeiten, wo viele Leichen in salpetriger Erde verscharrt wurden, besondere Entdeckungen gemacht, indem man dieselben nach einiger Zeit in eine theils fett-, theils wachsartige Materie umgewandelt fand.

IV.

Die Vermorschung erfolgt aus Mangel der zur Fäulniß nöthigen Feuchtigkeit, wodurch nach Verflüchtigung der gasartigen Stoffe die solidern Körpertheile zwar noch in ihrer sichtbaren Gestalt, d. i. nach ihrem körperlichen Umrisse sich erhalten, jedoch in einem so losen Zusammenhange, daß selbe bei der geringsten Bewegung, schon beim bloßen Luftzuge zerfallen, und in einen ganz andern Raum zusammengehen.

Dies ist oft bei der Oeffnung von Leichensärgen in Grüften der Fall.

V.

Die Vertrocknung ist diejenige Verwesungsart, in Folge derer mehrere Körper (die man gemeiniglich unverwesen nennt) aus Mangel an Feuchtigkeit, und beim Zutritte eines höhern Wärmegrades ihre gasartigen Substanzen in schneller Verflüchtigung verlieren, wodurch die Auflösung der vorherrschend festern Theile des organischen Körpers verhindert wird, und solche daher in geringer Veränderung ihrer Farbe, und Verminderung ihres Umfanges ihren Zusammenhang und ihre körperlichen Umrisse beibehalten.

Hieher gehören vorzüglich die von dem heißen Sande und brennenden Winde der wärmern Himmelsstriche ausgetrockneten und hiedurch in ihrem Gewichte sehr verminderten Körper, oder die sogenannten weißen Mumien, außer welchen aber auch die durch trockene Aufbewahrungsorte in einen solchen Zustand versetzten Leichname, wie z. B. jene in der Bleigruft zu Bremen zu zählen sind.

II. Buch.

Physik im engsten Sinne.

I. Abtheilung.

Mechanik im engern Sinne.

1. Begriff.

1) Die **Mechanik** (von $\mu\eta\chi\alpha\nu\eta$) ist die Lehre von den Wirkungen bewegender Kräfte.

2) Wirken Kräfte auf einen Körper, so ist die Folge, daß dieser in Ruhe steht (und dieses ist der Fall, wenn Gleichgewicht der Kräfte vorhanden ist), oder daß der Körper in Bewegung kommt, daher wurde die Mechanik eingetheilt:

I. in die Lehre vom Gleichgewichte der Körper — **Statik** —
II. „ „ „ von der Bewegung der Körper — **Dynamik** —.

2. Erklärungen und Sätze mit Beweisen.

Schon in der einfachsten Erörterung von den bewegenden Kräften ist anzugeben:

I. wie Kraftgrößen dargestellt werden können,
II. welches die Maaßangaben der Kräfte seien, und
III. wie in diesen Kräften die Substitution bestimmt werden könne.

ad I.

Die mit einander zu vergleichenden Intensitäten lassen sich durch die Längen gerader Linien darstellen, welche unter

einander in demselben Verhältnisse stehen, wie die Kraftgrößen. [11])

ad II.

Ist bestimmt, was man sich unter zwei gleichen Größen vorzustellen hat, so läßt sich leicht der Begriff machen von der doppelten, dreifachen... Stärke einer Kraft. Es lassen sich somit die Intensitäten aller Kräfte durch Zahlen ausdrücken, wenn nur die Größe einer bestimmten Kraft als Einheit gegeben ist.

ad III.

1) Wenn mehrere Kräfteninbegriffe einen Körper zu irgend einer Bewegung bei denselben Umständen genau gleich anregen, so heißen sie Aequivalente.

Aequivalente Kräfte können der Wirkung unbeschadet für einander gesetzt werden.

2) Eine einzige Kraft, welche mehrern auf einen Körper wirkenden Kräften äquivalent ist, heißt Resultirende dieser Kräfte, und sie selber werden Componenten genannt.

Hat man die Resultirende mehrerer Componenten auszumitteln, so muß man die Kräfte zusammensetzen; sind für eine gegebene Kraft andere Kräfte zu setzen, von denen sie Resultirende ist, so heißt dieses die gegebene Kraft in Componenten zerlegen.

Die Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften kann geschehen müssen:

A. bei einem, oder

B. bei zwei und mehrern Angriffspunkten.

---

[11]) $L:l = P:p$.

A.

Ausmittlung der Resultirenden für zwei oder mehrere Kräfte bei einem Angriffspunkte.

a) Sind die Richtungen der Componenten in einer geraden Linie, so ist die Resultirende:

α) wenn sie eine und dieselbe Richtung haben, gleich der Summe aller und in der Richtung aller;

Von der Resultirenden (R) zweier unter einem nicht gestreckten Winkel auf einen Punkt wirkender Kräfte (P und Q), gelten folgende Sätze:

1) Die Resultirende liegt in der Ebene der Componenten und zwischen diesen.

2) Es wird,

a) wenn beide Componenten einander gleich sind, die Resultirende den Winkel aus den Componenten halbiren (Fig. 1),

b) wenn beide Componenten einander nicht gleich sind, die Resultirende mit der größern Componente einen kleinern Winkel machen, als mit der kleinern, und v. v. (Fig. 2).

3) Die Resultirende kann durch Zusammensetzungen durch alle Grade eines Kreises geführt werden.

4) Aendern sich die Größen der Componenten mit Beibehaltung ihrer ursprünglichen Richtung in der Art, daß die neuen Componenten in demselben Verhältnisse stehen, wie die frühern, so wird die neue Resultirende auch ihre Richtung beibehalten, und im Verhältnisse zur frühern stehen.

β) wenn sie in entgegengesetzter Richtung liegen, gleich der Differenz zwischen den Summen der gleichartig liegenden Kräfte, und in der Richtung, in welcher die größere Gesammtkraft liegt. [12])

In derselben Richtung kann der Angriffspunkt von Kräften verlegt werden.

b) Liegen die Richtungen der Kräfte nicht in einer geraden Linie, so erhält man die Resultirende nach Größe und Lage:

α) für zwei Kräfte,

wenn man aus ihren Größen ein Parallelogramm (Kräftenparallelogramm) construirt, in der den Angriffspunkt berührenden Diagonale [13]) dieses Parallelogramms; und

---

[12]) D. i. $p + p_1 + p_2 + \ldots + (q + q_1 + q_2 + \ldots) = R$, oder

$$p + p_1 + p_2 + \ldots - (q + q_1 + q_2 + \ldots) = R.$$

[13]) Die zwei Kräfte können angreifen:

I. unter einem rechten, oder

II. unter einem schiefen Winkel.

ad I. $R^2 = P^2 + Q^2$.

Beweis: Es sei in Fig. 3. auf Az die Linie vw senkrecht, und $R = H + L$; so wird:

$H : P : R$ und $J : Q = P : R$; eben so

$L : Q : R$ und $K : P = Q : R$.

Man hat aus diesen: $J = \frac{PQ}{R} = K$, also $J = K$; und

β) für mehrere Kräfte,

wenn man zuerst aus zwei Componenten eine Resultirende sucht, diese Resultirende als Componente ansieht, und aus ihr mit einer nächsten einzelnen Kraft wieder eine Resultirende

---

$$H=\frac{P^2}{R};\ L=\frac{Q^2}{R} \text{ und } R=H+L+J+K.$$

J und K als gleich und entgegengesetzt heben sich auf; nach Substitution erhält man:

$$R=\frac{P^2}{R}+\frac{Q^2}{R}; \text{ daher}$$

$$R^2=P^2+Q^2.$$

ad II. $R^2=P^2+Q^2\pm PQ\cos y\,Ax.$

Beweis: Es ist Fig. 4. (a und b)

AD=R die Resultirende für AC=Q und AB=P, was leicht nachgewiesen wird.

Es ist Fig. 4. a, wo $BG=Q\cos y\,Ax=z$

$R^2=AG^2+DG^2=P^2+2zP.+z^2+Q^2-z^2$, also

$=P^2+2zP+Q^2=P^2+Q^2+2PQ\cos y\,Ax.$

In b Fig. 4. ist $R^2=P^2+Q^2-2PQ\cos y\,Ax.$

Dem Mathematiker ist hier mit der Größe der Resultirenden auch die Lage derselben bestimmt.

Das Verhältniß zweier Componenten und ihrer Resultirenden läßt sich durch ein Dreieck darstellen, in welchem eine Seite in der Richtung mit einer Componente, und eine mit der Resultirenden zusammenfällt, die dritte Seite der zweiten Componente parallel ist.

bestimmt u. s. w. bis blos zwei Componenten vorhanden sind, für welche die endliche Resultirende (nach α) leicht gefunden wird.

Beispiele zusammengesetzter Kräfte:

Ein quer über einen Fluß gehender Kahn; auf einem Kanal ein Kahn, welcher von zwei oder mehrern Kräften mit Seilen fortbewegt wird; auf einem segelnden Schiffe ein von der Spitze des Mastbaums herabfallender Körper; der Gebrauch der Hände und Füße beim schwimmenden Menschen, der Flossen der Fische, der Flügel der fliegenden Vögel; viele Künste der Reiter und Seiltänzer; der schief herabfallende Regen; die bei heftigem Wind abgeschossene Kugel geht nicht in der geraden Linie des Laufs vom Geschütze; das in mehrere Stränge sich auflösende Glockenseil u. dgl.

Eberhard's Kräftenparallelogramm.

Zerlegung einer gegebenen Kraft.

Jede gerade Linie läßt sich als Diagonale eines Parallelogrammes betrachten; es kann daher jede gegebene Kraft in zwei andere Kräfte zerlegt werden, und jede von diesen erhaltenen Kräften läßt sich wieder zerlegen.

B.

Ausmittlung der Resultirenden für zwei oder mehrere Kräfte bei verschiedenen Angriffspunkten.

Wenn eine Resultirende ausgemittelt werden soll für mehrere Kräfte, welche verschiedene Angriffspunkte haben, so

müssen diese Punkte unveränderlich mit einander verbunden sein, und die Kräftenrichtungen in derselben Ebene liegen.

Die Kräftenrichtungen können:

I. convergiren, oder

II. parallel laufen, und in diesem Falle:

a) nach ein und derselben Wendung hin, oder

b) nach entgegengesetzter Richtung wirken.

ad I.

1) Wenn die Richtungen der Kräfte, welche (in einer Ebene liegend) verschiedene, aber unabänderlich miteinander verbundene Angriffspunkte haben, convergiren, so gleicht die Resultirende der Diagonale [14]) des Parallelogramms, welches aus den Kräften, die in dem Convergenzwinkel vereinigt sind, gebildet ist.

2) Wenn auf convergirende Kräfte aus einem bestimmten Punkte Senkrechte gezogen werden, so heißen die Produkte aus den Senkrechten und Kräften statische Momente für diesen Punkt. Wenn dieser Punkt in der Richtung der Resultirenden ist, so sind diese Momente [15]) einander gleich.

ad II. a.

1) Laufen die Kräfte (P und Q) parallel, und nach der-

---

[14]) Es seien Fig. 5. A und B die Angriffspunkte der nach den divergirenden Richtungen Ax und By wirkenden Kräfte P und Q. Man kann die Angriffspunkte in den Richtungen der Kräfte vertragen, und kann setzen CD : CE = P : Q und CD : CE : CF = P : Q : R.

[15]) P . GH = Q . GK, daher P : Q = GK : GH.

selben Wendung hin, so ist die Resultirende gleich der Summe der Kräfte und diesen parallel. [16])

2) Die Richtung der Resultirenden theilt die Verbindungslinie der Angriffspunkte in zwei Theile, die mit den Kräften in verkehrtem Verhältnisse [17]) stehen. Der Punkt, in welchem die Richtung der Resultirenden die Verbindungslinie der Angriffspunkte theilt, heißt **Mittelpunkt** der parallelen Kräfte.

ad II. b.

Wirken die Kräfte einander parallel, aber nach entgegengesetzten Richtungen, so ist ihre Resultirende gleich der Differenz der Kräfte, und wirkt mit der größern Kraft nach einerlei Richtung. [18])

Die statischen Momente aus einem Punkt der Resultirenden sind auch hier einander gleich. [19])

---

[16]) Es seien Fig. 6, **A** und **B** die Angriffspunkte der nach den parallelen Richtungen wirkenden Kräfte **P** und **Q**. Man kann in **A** und **B** zwei gleiche und entgegengesetzte Kräfte $(AG = BF)$ ohne Aenderung des Effektes anbringen. Setzt man diese Kräfte zusammen, so erhält man die Resultirenden R_1 und R_2, welche man in ihren Verlängerungen in dem gemeinschaftlichen **C** kann angreifen lassen. Zerlegt man diese Resultirenden hier in **C** in ihre Componenten, so wird $R = P + Q$.

[17]) $P : Q = BM : AM$.

[18]) Fig. 7. ist $P : Q = BM : AB$.

[19]) $P . NH = Q . NK$. Fig. 8.

Beispiele von solchen Zusammensetzungen: Mehrere Personen, welche eine auf einem zweirädrigen Wagen liegende Last dadurch fortbewegen, daß sie unter schiefer Richtung an die Achse drücken; die Stränge, mit welchen Pferde angespannt sind, liegen in der Richtung parallel wirkender Kräfte auf der Wage — der Verbindungslinie —; zwei Personen, welche an einer Stange eine Last tragen.

3. Bestimmung bewegender Größen.

In der Mechanik sind Hauptbewegungsarten:

I. Stoß,

II. Fall, und

III. Wurf.

I. Vom Stoße.

1) Der Stoß ist eine plötzliche Wechselwirkung zwischen zwei Körpern, von denen der eine dem andern in Bewegung befindlichen im Wege ist, auf diesen einwirkt, und von diesem eine Rückwirkung leidet.

2) Die Gesetze, nach welchen der Zustand (p. 15) des stoßenden und des gestoßenen Körpers eine Aenderung durch den Stoß erleidet, sind abhängig:

a) von der vorhandenen Bewegungsweise,

α) gerader und schiefer,

β) centraler und excentrischer Stoß —;

b) von der Masse und Gestalt; und

c) von der Elastizität, dieserwegen hat man zu unterscheiden den Stoß:

α) von unelastischen [20]), und
β) von elastischen Körpern.

Nollet's Perkussions- oder Stoßmaschine.

II. Vom Falle.

I. Vom freien Falle.

1) Der Fall der Körper oder das Bestreben der Körper, sich dem Mittelpunkte der Erde zu nähern (p. 26), ist Folge einer ununterbrochen wirkenden Bewegungskraft, welche eine gleichförmig geänderte (p. 14—15) Bewegung bewirkt, so daß durch sie die Geschwindigkeit der durch sie affizirten Körper in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem die Zeit ihrer Wirkungsdauer wächst.

2) Der Weg (S), welcher beim freien Falle der Körper zurückgelegt wird, ist gleich dem halben Produkte aus der Gravitation (g) eines Ortes, und aus dem Quadrate der Fallzeit.[21])

---

[20]) Für den geraden Stoß von unelastischen Kugeln hat man allgemein $\gamma = \frac{MC + mc}{M + m}$.

Aus dieser Formel lassen sich leicht andere ableiten.

[21]) $s = \frac{gt^2}{2} = \frac{ct}{2}$;

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}};\ g = \frac{2s}{t^2};\ C = \sqrt{2gs}.$$

1. Zus. Die halbe Acceleration $\left(\frac{g}{2}\right)$ gleicht dem Fallraum der ersten Sekunde, welcher bei uns 15·5′ beträgt.

2. Zus. Es verhalten sich die Fallräume wie die Quadrate der Zeiten. [22])

Atwood'sche Fallmaschine.

3. Zus. Die in aufeinanderfolgenden gleichen Zeiten zurückgelegten Wege wachsen wie die ungeraden Zahlen. [23])

II. Vom nicht freien Falle.

In der Lehre von dem nicht freien Falle werden angeführt:

A. die Gesetze der Bewegung von Körpern über eine schiefe Ebene, und

B. die Instruktion über das Pendel.

A.

Gesetze der Bewegung über eine schiefe Ebene.

1) Jede Ebene, welche mit einer horizontalen einen spitzen Winkel macht, heißt geneigt oder schief. Die Parallele zur Horizontalen heißt Basis; die Senkrechte auf die Basis heißt die Höhe; diejenige weitere Verbindung, welche Basis und Höhe berührt, wird Länge genannt. Der Winkel,

---

22) $S : s = T^2 : t^2$.

23) $s - s^1 = \frac{g}{2}\,(2t - 1)$.

durch Basis und Länge gebildet, heißt Neigungswinkel oder Elevationswinkel (α).

2) Befindet sich ein Körper auf einer schiefen Ebene, so wird durch den Widerstand von dieser ein bestimmter Theil der Schwere gleichsam vernichtet, und die Bewegung abwärts erfolgt nur noch in einem Theil der freien Bewegung. Dieser Theil ist constant und continuirlich, daher muß der Fall über eine schiefe Ebene eine gleichförmig beschleunigte Bewegung sein.

Für diese Bewegung gelten folgende Sätze:

I. Für den Fall eines Körpers über eine schiefe Ebene, ist der Weg, die Geschwindigkeit und die Zeit bestimmt, wenn man diese Größen vom freien Fall nimmt, und für g setzt [24]) g sin α.

II. Alle Sehnen, welche vom höchsten Punkte eines Kreises oder einer Kugel ausgehen, oder im untersten zusammentreffen, sind gleichzeitige Wege. [25])

III. Ein Körper erlangt dieselbe Geschwindigkeit [26]), er mag die Länge oder die Höhe einer schiefen Ebene durchgehen.

IV. Ein Körper, welcher von einer schiefen Ebene auf eine andere übergeht, die mit ihm einen Winkel kleiner als

---

[24]) $s = \frac{gt^2}{2} \cdot \sin\alpha$; $c = \sqrt{2Sg \cdot \sin\alpha}$. Fig. 9.

[25]) Der Beweis ist leicht mit Rücksicht auf den vorgehenden Satz.

[26]) Ist die Geschwindigkeit über die Höhe Fig. 9. $c = \sqrt{2g \cdot AB}$, und über die Länge $c' = \sqrt{2gAC\sin\alpha}$, so ist offenbar $c = c'$, weil $AB = AC \sin\alpha$.

180° macht, erleidet in diesem Winkel einen Verlust von seiner Geschwindigkeit.

1. Zus. Der Verlust ist unendlich klein [27]), oder gleich Null anzusehen, wenn der Winkel, welchen die schiefen Ebenen machen, unendlich klein ist, oder wenn die Bahn eine regelmäßige krumme Linie ist.

2. Zus. Der Druck, welchen der seiner Trägheit gemäß längs einer stetig krummen Bahn fortschreitend bewegliche Körper äußert, wird Fliehkraft (P) genannt, und gleicht [28]) dem Quotus aus dem Produkte von Masse und Quadrate von Geschwindigkeit getheilt durch den Radius eines Kreises, von welchem die Bahn ein Bogen ist. Schwungkraft.

B.

Vom Pendel.

a) Von dem Pendel an sich.

1) Die (unter A angegebenen) Gesetze der Bewegung, welche ein Körper in dem Falle befolgen muß, wenn er sich

---

[27]) Fig. 10. $\frac{BD-BE}{BD}$ ist kleiner als $\frac{DH^2}{BD^2}$, also der Verlust $= 0$.

[28]) Fig. 11. sei $AB = AD$, und $\triangle EBD \backsim \triangle BCD$.
$\beta + \beta' + \varepsilon = \pi = \alpha + \beta' + \beta''$, daher $\varepsilon = \alpha$, somit 2c.

$P = \frac{MC^2}{R}$, woraus für die Fliehkräfte im Kreise folgt:

$$P : p = \frac{4\pi^2 MR}{t^2} : \frac{4\pi^2 mr}{t^2} = \frac{MR}{T^2} : \frac{mr}{t^2}.$$

bewegt auf einer Unterlage von bestimmter Form, durch welche ihm der zu durchgehende Weg vorgeschrieben ist, gelten auch, wenn man ihn auf eine andere äquivalente Weise, z. B. durch ein von Oben angebrachtes Hinderniß an einen Weg bindet. Diesem gemäß muß ein Körper, welcher an einem Faden aufgehängt ist, um den Aufhängspunkt sich nach denselben Gesetzen bewegen, als wenn er sich in einem Ringe befände. — Da er stets in derselben Entfernung vom Aufhängspunkte zu bleiben genöthiget ist, so ist ihm sein Bewegungsraum durch die Oberfläche einer Kugel gegeben, welche den Aufhängspunkt zum Centrum, und seine Entfernung von diesem zum Radius hat —.

Eine Bewegung unter den gegebenen Umständen heißt eine Pendelbewegung, indem man unter Pendel (mathematischem Pendel) sich denkt einen schweren Punkt, welcher durch eine nicht schwere, und auch nicht träge Linie von unveränderlicher Länge verbunden ist mit einem fixen Punkt, um welchen ersterer Punkt sich bewegen kann.

Das mathematische oder einfache Pendel ist zu unterscheiden vom physischen, welches gezeigt werden kann.

2) Hat ein schweres Pendel nicht schon die vertikale Richtung zum Erdmittelpunkte, so wird es in diese Richtung zu kommen streben, und zwar durch einen Fall. Als träge wird es aber in dieser Richtung nicht bleiben, sondern steigen und wieder fallen, und wieder steigen; d. h. es wird oscilliren oder Oscillationen machen.

Mobile perpetuum.

Die Zeit (t) einer Oscillation eines Pendels ist gleich dem Produkte aus der Ludolphine ($\pi = 3{\cdot}14159$), und der

Wurzel aus der Pendellänge (l) getheilt durch die Acceleration (g). [29])

Dem unsterblichen Galiläi, der im 18ten Jahre seines Lebens aus den Schwingen einer Lampe im Dome zu Pisa, einen nützlichen Betrachtungsstoff nahm, haben wir die Gesetze der Pendelschwingungen zu verdanken.

1. Zus. Die Quadrate der Schwingungszeiten verhalten sich zu einander, wie die Pendellängen. [30])

2. Zus. Die Quadrate der Schwingungszahlen verhalten sich verkehrt, wie die Pendellängen. [31])

b) Benützung des Pendels.

Das Pendel gebraucht man:

α) im gewöhnlichen bürgerlichen Leben, und

β) zu physischen Zwecken.

ad α.

Das Pendel als Zeitmesser.

Die Gleichmäßigkeit aller Schwingungen eines Pendels, welches dieselbe Länge beibehält, macht es zum wichtigen und bequemen Instrument zur Zeitmessung. Zu diesem Zwecke darf

---

[29]) $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.

[30]) $T^2 : t^2 = L : l$.

[31]) $N^2 : n^2 = l : L$.

man es nur verbinden mit einem Räderwerke, welches bei jeder Oscillation des Pendels um einen oder mehrere Zähne weiter rückt, und zugleich einen Zeiger mit sich herumführt, welcher die Anzahl der geschehenen Schwingungen angibt. — Am zweckmäßigsten ist es, ein Sekundenpendel zu nehmen, d. i. ein solches, welches in jeder Sekunde einen Schlag macht.

Auf diesen Gebrauch des Pendels machte zuerst aufmerksam der berühmte Physiker **Huygens**; vorher mußte man sich behelfen mit Sanduhren und Wasseruhren.

Ein Pendel, welches ein ganz genaues Zeitmaaßinstrument sein soll, darf von der ausdehnenden Kraft der Wärme rücksichtlich der Länge so wenig als möglich verändert werden. Da man die Einflüsse des Temperaturwechsels nicht ganz abhalten kann, so setzt man Pendelstangen zusammen, daß die Wirkungen der Wärme durch die Zusammensetzung gegenseitig aufgehoben werden. Ein solches Pendel heißt **Compensation**.

Zweckmäßige und sinnreiche Compensationen sind (Fig. 12.):

a) die Quecksilbercompensation,

b) das Rostpendel, und

c) die Compensation von Martin.

ad β.

Pendel, vorzügliches Instrument für Physiker.

Von großer Wichtigkeit ist das Pendel dem Physiker, weil er mittelst desselben die Gesetze der irdischen Schwere (p. 26) darzuthun vermag.

Wenn das Pendel in Ruhe ist, so zeigt es die Schwerkraft an.

Da Pendel von gleicher Länge zu kleinen Schwingungen immer gleich viel Zeit brauchen, so weisen sie nach, daß die Wirksamkeit der Schwere an einem und demselben Orte unveränderlich sei.

Am Gipfel hoher Berge machen Pendel von unveränderlicher Länge weniger Schwingungen, als am Fuße der Berge; und dieses beweist, daß die Schwere abnimmt beim Wachsen der Entfernung vom Erdmittelpunkt.

Durch Pendelbeobachtungen ist das von Newton aufgestellte Gesetz bewährt gefunden worden, daß die Schwere gegen die Pole wächst.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß Pendel vom mannigfaltigsten Material, wenn sie nur gleich gestaltet sind, gleichzeitig schwingen; dieses beweiset, daß alle Materie gleich schwer sei (p. 27).

Durch die Länge (l) des Sekundenpendels kann für einen Ort die Beschleunigung [32]) der Schwere ausgemittelt werden.

Selbst die gegenseitige Attraction der irdischen Körper kann durch Erscheinung am Pendel nachgewiesen werden.

Anhang.

Aus den Sätzen, welche die Lehre vom Fall zur Deutlichkeit brachte, und aus einer einfachen Betrachtung der

---

[32]) Um diese Acceleration (g) zu finden für einen Ort, in dem das Sekundenpendel die Länge l hat, setzt man:

$$1 = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}; \text{ woraus } g = \pi^2 l = 9{\cdot}8696\,.\,l.$$

Mondbewegung kann ein Beweis abgeleitet werden, daß die Stärke der anziehenden Kraft der Erde im verkehrten Verhältnisse stehe mit dem Quadrate der Distanz, in welcher ein irdischer Körper vom Erdmittelpunkt entfernt ist (p. 26).

Die angedeuteten Lehren geben an:

die Fliehkraft im Kreise $P = \frac{4mr\pi^2}{t^2}$, und

die Acceleration $g = l\pi^2$;

und aus diesen ergibt sich einfach:

$$P : g = \frac{4mr}{t^2} : l = 1 : \frac{lt^2}{4mr}.$$

Betrachtet man einige Zeit hindurch am Himmel den Ort des Mondes, so überzeugt man sich, daß dieser Himmelskörper, von dem wir deutlich die Bewegung sehen, immer nach 27 Tagen, 7 Stunden und 43 Minuten einmal um die Erde läuft.

Man denkt bei dieser Erscheinung, eine solche Bewegung ist nur möglich bei dem Wirken einer Kraft, welche den Mond in jedem Augenblicke von der jedesmaligen Richtung, in welcher er entfliehen will, ablenkt, und bei der Erde (von welcher er sich nie viel entfernt) zu bleiben zwingt; und man kommt sofort bald zur Vermuthung, die ablenkende, an die Erde bindende Kraft, habe ihren Sitz in der Erde, und sei gleich der Fliehkraft des Mondes.

Weiß man nun die Entfernung des Mondes von der Erde, welche die Astronomie 60 Erdhalbmessern gleich findet, und substituirt man, indem man $m = 1$ setzt, so wird beinahe

$$P : g = 1 : 3600 = \frac{1}{60^2} : 1, \text{ oder}$$

$$P : g = \frac{1}{(60r)^2} : \frac{1}{r^2} = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2}; \text{ d. h.}$$

es verhalten sich die Schwerkräfte verkehrt, wie die Quadrate der Distanzen.

III. Vom Wurfe.

1) Ein Körper, welcher durch einen Wurf in Bewegung kommt, wird

a) senkrecht, oder

b) nicht senkrecht, und zwar:

α) horizontal, oder

β) schief geworfen.

2) Auf einen geworfenen Körper wirken immer zwei Kräfte, nämlich:

die Wurfkraft, als augenblicklich wirkender Stoß,

und

die Schwerkraft, als stetig wirkende Kraft.

ad a.

Wenn ein schwerer Körper durch eine momentan wirkende Kraft einen Stoß vertikal

α) aufwärts, oder

β) abwärts,

und dadurch bestimmte Geschwindigkeit (= v) bekommt, so gleicht der in einer bestimmten Zeit (t) zurückgelegte Weg (S):

α) im ersten Falle:

der mit der bestimmten Zeit multiplizirten Differenz zwischen der erlangten Geschwindigkeit und der halben Acceleration [33]),

---

[33]) $S = t\left(v - \frac{g}{2}\right)$.

β) im zweiten Falle:
der mit der bestimmten Zeit multiplizirten Summe aus der durch den Stoß erlangten Geschwindigkeit und der halben Acceleration [34]).

Beim senkrechten Wurf nach Aufwärts steigt ein Körper so lange, bis die durch den Stoß erlangte Geschwindigkeit gleich Null ist [35]). Nach diesem fällt er und braucht die Zeit des Steigens zum Fallen. Er kommt mit der Geschwindigkeit an, mit der er ausgegangen.

Gefahr, senkrecht aufwärts zu schießen.

ad b.

α) Wenn ein schwerer Körper horizontal geworfen wird, so beschreibt sein Weg den Schenkel einer Parabel [36]), deren Achse vertikal steht.

---

34) $S = t\left(v + \frac{g}{2}\right)$.

35) d. h. $v - gt' = 0$, daher $t' = \frac{v}{g}$, woraus $S = \frac{v^2}{2g}$.

Die Räume der einzelnen Zeiten nehmen ab, wie die ungeraden Zahlen....

36) Fig. 13. hat man:

$AB : AD : AE \ldots = 1 : 2 : 3 \ldots$ daher:

$AB^2 : AD^2 : AE^2 \ldots = 1 : 4 : 9 \ldots$; ferner

$AG : AF : AH \ldots = 1 : 4 : 9 \ldots$; deßhalb:

$AG : AF : AH \ldots = AB^2 : AD^2 : AE^2 \ldots$

Zus. Der horizontal geworfene Körper kommt zwar nach der Seite, wohin ihn die Wurfkraft treibt, so weit als er gekommen wäre, wenn er ihr allein gefolgt, befindet sich aber um so viel tiefer unter der ursprünglichen Wurflinie, als er in dieser Zeit frei gefallen wäre.

Einen Parabelast beschreibt eine horizontal abgeschossene Kugel, daher ist über den Punkt in einer Scheibe zu zielen, wenn man ihn durchschießen will.

β) Wenn ein Körper schief in die Höhe geworfen wird, so ist seine Bahn (mathematisch) eine ganze Parabel, in welcher der Scheitel zugleich der höchste Punkt ist, welchen der Körper erreicht, und in deren einem Schenkel sich der Körper erhebt, in dem andern aber herabfällt.

Widerstand der Luft u. dgl. machen bei diesem Wurfe sogenannte **ballistische Kurven.**

Die Abscissenlinie der Parabel ist die Höhe (= h) [37], zu welcher der geworfene Körper steigt; die doppelte Ordinate zu dieser Abscisse ist die (mathematische) Wurfweite (= S) [38].

Artillerie.

---

37) $h = \frac{c^2 \sin^2 \alpha}{2g}$, wo c = Ausgangsgeschwindigkeit.

38) $S = \frac{2c^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{c^2 \sin 2\alpha}{g}$. Fig. 14.

Ein Wurf unter einem Winkel von 45° gibt die größte Wurfweite.

4. Eintheilung.

In der ersten Abtheilung der Physik im engsten Sinne wird hier erörtert:

I. die Mechanik im engsten Sinne,
II. die Akustik, und
III. die Optik.

I. Unterabtheilung.

Mechanik im engsten Sinne.

Die Dynamik (auch eigentliche Mechanik genannt) trenne ich von der Statik nicht.

I. Abschnitt.

Von den festen Körpern im Gleichgewicht und in Bewegung.

I. Kapitel.

Von den festen Körpern unter dem Einfluß der Schwere.

§. 1. Schwerpunkt, Direktionslinie.

Jeder feste Körper kann angesehen werden als ein System von unabänderlich mit einander verbundenen Punkten; und jeder solche hat einen Punkt, in welchem sich sein ganzes Gewicht vereiniget denken läßt, welcher Punkt der Schwerpunkt des Körpers heißt. Die Vertikallinie, welche durch den Schwerpunkt des Körpers geht, wird die Direktionslinie des Körpers genannt.

Aus der Lehre von der Zusammensetzung paralleler Kräfte (p. 111) ist leicht, weil bekannt ist, daß alle Körper schwer sind, der Schwerpunkt und die Direktionslinie zu finden.

Man bestimmt den Schwerpunkt durch Versuche und durch Rechnung.

§. 2. Labilität und Stabilität der Körper.

Ist für einen irdischen Körper der Schwerpunkt im Abwärtsbewegen

a) gehindert, so ist er gegen den Fall gesichert,

b) nicht gehindert, so muß er fallen.

ad a.

α) Gehindert, sich abwärts zu bewegen, kann ein Körper werden durch Unterstützung eines Punktes von Unten oder von Oben.

β) Im Gleichgewichte wird ein fester Körper bleiben, wenn er an zwei Punkten gehalten wird, welche mit dem Schwerpunkte in einerlei Vertikalebene liegen.

γ) Wenn ein Körper in den Endpunkten eines Dreieckes auf einer Unterlage liegt, und zugleich seine Direktionslinie den Flächenraum dieses Dreieckes trifft, so bleibt der Körper an seinem Ort.

Wenn der Schwerpunkt eines Körpers selber unmittelbar unterstützt ist, und der Körper um solchen frei gedreht werden kann, so findet man ihn in jeder Lage im Gleichgewichte. Dieses kann zeigen eine in ihrem Mittelpunkte unterstützte gleich dichte Kugel.

Den Schwerpunkt in einem Ring und Reif zu unterstützen!

ad b.

Selbst bei zureichender Unterstützung, welche für einen Augenblick gegen das Fallen sichert, hat ein Körper nicht immer gleich sichern Stand.

Hat daher von einem Körper der Schwerpunkt einen so hohen Stand, daß er durch geringe Verrückung des Körpers eine niedrigere Lage bekommen kann, so heißt er labil, weil er bei dieser Verrückung fallen wird.

Ist aber die Lage eines Körpers so beschaffen, daß sein Schwerpunkt schon tiefer liegt, als er durch geringe Verrückung gebracht werden kann, so heißt er stabil; und wenn er Stabilität hat, so wird er in seine Lage wieder zurückkehren, selbst wenn er daraus verrückt wurde.

Die Kraft, welche nöthig ist, um einen stabilen Körper zur Labilität zu bringen, ist größer, als das Maaß der Standfähigkeit, d. i. das Produkt aus dem Gewichte (Q) und der Distanz der Drehungskante von der Direktionslinie getheilt durch die Höhe des Angriffspunktes der drehenden Kraft. [39]

Bei uns Menschen hat der Schwerpunkt verschiedene Lagen, und wird verschieden unterstützt, je nachdem wir aufrecht stehen (in diesem Falle in der Mitte des Unterleibs), sitzen, gehen — gehen in einer Ebene, über einen Berg hinauf, von einer Anhöhe herab —, eine Last tragen — auf der Brust oder auf dem Rücken, auf der linken oder rechten Achsel —, tanzen, springen, balanciren, auf Schlittschuhen laufen, auf Stelzen gehen... Man kann einen Menschen stellen, daß er nicht auf

---

[39] In Fig. 15. ist $P = \frac{Q \cdot BD}{AB}$.

einem Beine stehen kann, ohne zu fallen; man kann Jemanden so setzen, daß er nicht aufstehen kann; in einer gewissen Stellung ist Jedem unmöglich, etwas vor sich Liegendes aufzuheben. —

Die Rolllampe von Kardanus, der Schiffskompaß, das schwimmende Licht... sind stabil. Der Doppelkegel fällt nur scheinbar aufwärts. Im Stehaufmännchen, im aufwärtslaufenden Cylinder, im chinesischen Purzelmann ist Material angebracht, welches die Bewegung, selbst dem Zug der Schwere folgend, verursacht.

Auf einem Beine steht man weniger sicher, als auf beiden; vierfüßige Thiere stehen sicherer, als zweifüßige. Fechter stehen mit ausgespreizten Beinen, damit sie nicht zu leicht geworfen werden. Die überhängenden Thürme zu Pisa und Bologna, und die Warte bei Osnabrück, schützt gegen das Einstürzen die breite Basis.

Ein hoch beladener Wagen fällt leichter um, als ein niedrig beladener. Auf Wägen und Schiffen ist es gut, die großen Lasten möglichst tief zu legen.

Wenn ein Fuhrwerk in Gefahr ist, umzufallen, so ist es zweckmäßiger, sich in solchem umzulegen, als aufzustehen.

Es ist leichter, einen Degen balanciren zu lassen, als einen Strohhalm. Stangen, Balken, Leitern, Tische, Stühle... mit der einen Spitze auf die Zähne zu stellen, und dabei verschiedene athletische Künste zu zeigen, fordert nur Kraft und Geschicklichkeit im Balanciren.

II. Kapitel.

Kräftenwirkungen durch Maschinen.

1) Um vorhandenen Kräften entgegen zu wirken, oder widerliche Hindernisse zu bekämpfen, bedient man sich gewisser

Vorrichtungen, welche Maschinen genannt werden, mittelst welcher eine Kraft auf einen außer ihrer Richtung liegenden Punkt wirksam gemacht werden kann.

Eine mittelst einer Maschine zu bekämpfende Kraft wird im Allgemeinen Last genannt; die die Last bekämpfende Kraft heißt vorzugsweise Kraft.

Zus. Wenn durch eine Maschine zwischen Kraft und Last das Gleichgewicht gehalten wird, so sagt man: Kraft und Last stehen im statischen Verhältniß.

2) Die Maschinen werden eingetheilt:

I. in einfache, und

II. in zusammengesetzte.

Eine Maschine, an der sich keine Theile, welche für sich Maschinen sein können, unterscheiden lassen, heißt einfach. Besteht eine Maschine aus mehreren mit einander verbundenen Maschinen, so heißt sie zusammengesetzt.

I. Artikel. Von den einfachen Maschinen.

Einfache Maschinen gibt es zweierlei, und zwar:

I. Hebel (mit widerstehenden Unterstützungspunkten), und

II. schiefe Ebenen (mit widerstehenden Unterstützungsflächen).

Des Gebrauches wegen muß man diese unterscheiden in mathematische, und in reelle.

I.

Hebelartige, einfache Maschinen.

1) Einfache Hebelmaschinen sind:

1) der Hebel,

2) das Wellrad,

3) die Rolle, und

4) die Seil- oder Stangenmaschine.

2) Mittelst einer hebelartigen Maschine ist öfters eine Linie um einen fixen Punkt zu drehen. — Wenn nun an einer, wie immer gestalteten Linie, die Kräfte (oder Kraft und Last) P und Q an den Punkten A und B nach den Richtungen Ax und By so wirken, daß sie diese Linie um den fixen Punkt C (Drehungspunkt) zu drehen streben, so müssen sie eine Resultirende haben, und die Richtnng dieser (R) muß durch den Punkt C gehen, damit sich Kraft zur Last verhalte, wie die vom Drehungspunkte ausgehende Senkrechte auf die Last zu der von eben diesem Punkte senkrecht gezogenen Linie auf die Kraft.

Das Produkt aus einer drehenden Kraft, und aus einer Senkrechten vom Drehpunkte auf diese Kraft, heißt Drehungsmoment.

§. 1. Von dem Hebel.

1) Unter Hebel hat man sich vorzustellen eine (gerade oder krumme) an einer Stelle durch eine feste Widerlage unterstützte Stange, welche durch Kraft und Last in entgegengesetzter Richtung zur Drehung angeregt wird.

Ist der Unterstützungspunkt zwischen den Angriffspunkten, so wird der Hebel ein zweiarmiger genannt; ein einarmiger heißt er, wenn die Angriffspunkte in Hinsicht der Unterstüßnng auf ein und derselben Seite sind.

Wenn ein Hebel als eine Zusammenfügung von zwei unter einem Winkel verbundenen Stangen angesehen werden kann, so ist er ein Winkelhebel, nicht ein geradliniger.

2) Unter den gewöhnlichsten Arbeitsinstrumenten findet man am meisten Hebel. Es sind z. B. die Brecheisen, Hebebäume (deutsche, französische, schwedische Heblade), Klavierhammer, Schaufeln, die gewöhnlichen Scheren, Zangen ꝛc.

zweiarmige; die großen Blechscheren, die Breche, Häckselmesser, Klappen an vielen Blasinstrumenten, die Tritte an Webstühlen, Spinnrädern, Drehbänken, die Ruder, Schubkarren... einarmige Hebel.

Von den reellen Hebeln sind dem Physiker am wichtigsten die Wagen, welche sein können:

Krämer- oder Schalenwagen,
Schnell- und Zeigerwagen.

Die gemeine Wage, bestehend aus Wagebalken, Schere, Zunge und Schalen, soll möglichst empfindlich sein, so, daß sie erst dann gut heißt, wenn sie den $\frac{1}{60000}$ Theil des Maximums der Belastung beim Ausschlagwinkel angibt.

§. 2. Von dem Wellrad.

1) Unter Wellrad stelle man sich vor einen um seine Achse beweglichen Cylinder (Wellbaum) mit einem Rade, dessen Achse mit jener des Cylinders in einer Linie liegt, und zugleich auf der Ebene des Rades senkrecht aufsteht.

Die Kraft hat ihren Angriffspunkt auf der Peripherie des Rades, die Last wirkt auf einen Punkt am Umfange des Cylinders. [40])

2) Im Leben hat man das Wellrad als Göpel, Haspel, Schlüssel, Schraubenzieher, Wasserrad, Wellrad, Winde, Zahnrad (Stirnrad und Kammrad)...

---

[40]) Wenn R der Radius des Rades, und r der des Cylinders ist, und P und Q Kraft und Last bezeichnen, so hat man Fig. 16. $P:Q = r:R$.

§. 3. Von der Rolle.

1) Unter Rolle stelle man sich vor eine kreisrunde Scheibe, welcher am Umfange eine Rinne eingeschnitten ist.

Man unterscheidet die Rollen in fixe [41]), das sind solche, in denen die Achse befestiget ist an einen Punkt, um welchen sich die Rolle bewegen kann; und in bewegliche [42]), welche sich um ihre Achse bewegen, und in jedem Augenblicke auch ihren Ort verlassen können.

2) Die Rolle wird vielmals gebraucht; aber mit dem größten Vortheile benützt man sie in Fällen, wo eine Kraft nicht unmittelbar nach jener Richtung wirken kann, wohin eine Last bewegt werden soll.

Beispiele: Man kann mittelst einer Rolle durch einen Zug abwärts eine Last aufwärts bringen; ein Pferd, welches horizontal fortgeht, kann eine Last durch zwei Rollen senkrecht in die Höhe ziehen. Die einfache bewegliche Rolle benützt man, um die Bewegung des Geh- und Schlagwerkes bei Uhren zu unterhalten.

§. 4. Von der Seilmaschine.

Unter Seil- oder Stangenmaschine stelle man sich vor drei [43]) Seile (Stangen, Schnüre, Ketten..), verbunden in

---

[41]) In der fixen Rolle ist, wenn zwischen Kraft und Last Gleichgewicht herrscht, $P = Q$.

[42]) Im Stande des Gleichgewichtes verhält sich in der beweglichen Rolle die Kraft zur Last, wie der Radius der Rolle zur Sehne des vom Stricke umfaßten Bogens, d. i. Fig. 17. $P : Q = AC : AB = r : ch$.

[43]) Sind P, Q und R die Kräfte, die auf c in Fig. 18. wirken, so gilt folgendes Verhältniß:

$$P : Q : R = \sin DCB : \sin ACD : \sin ACB.$$

einem Punkte, um welchen sie beweglich sind. Die nicht in den einen Punkt zusammenfallenden Endpunkte der Seile heißen die Enden. An einem Ende wirkt die Kraft, an dem andern die Last, und das dritte ist dergestalt befestiget an einem Punkt, daß sich die Richtung des dritten auch um diesen Punkt drehen läßt.

Die sogenannte Kniepresse Fig. 18. ist eine derartige Maschine.

II.

Einfache Maschinen von schiefen Ebenen.

Diese Art von einfachen Maschinen enthalten:

1) die schiefe Ebene im engern Sinne,
2) die Schraube, und
3) den Keil.

§. 1. Von der schiefen Ebene im engern Sinne.

Was man sich unter einer schiefen Ebene vorzustellen hat, ist (p. 115) angegeben.

Schiefe Ebenen erscheinen im Leben oft.

Soll einen auf einer schiefen Ebene befindlichen Körper eine Kraft erhalten, so muß die Richtung der Resultirenden von der Kraft und vom Gewichte des Körpers (d. i. von P und Q) auf dieser Ebene senkrecht stehen, und durch die Grundfläche des Körpers gehen, widrigenfalls der Körper umschlägt.

Zus. Es herrschen zwischen Kraft und Last verschiedene Verhältnisse, je nachdem die Kraft parallel wirkt:

weder mit der Basis noch mit der Länge, oder
mit der Basis [44]), oder
mit der Länge [45]) der schiefen Ebene.

---

[44]) $P:Q = AB:BC$ } Fig. 9.
[45]) $P:Q = AB:AC$ }

Der schiefen Ebene bedient man sich, wenn man große Lasten (Fässer ꝛc.) auf Wägen oder von Wägen bringen will. Bei Bauten benützt man die **Laufbrücken**, welche schiefe Ebenen sind. Jeder Weg, welcher eine Anhöhe hinauf führt, ist eine schiefe Ebene. Wenn Chausseen über steile Berge angelegt werden, so müssen sie in Windungen gemacht werden, damit der Weg weniger steil wird.

§. 2. Von der Schraube.

Denkt man eine Linie, welche mit allen an der Seitenoberfläche eines senkrechten Cylinders möglichen Höhenlinien (dieses Körpers) gleiche schiefe Winkel bildet, so macht man sich die Vorstellung von einer **Schraubenlinie**.

Ein mathematisches, rechtwinkliches Dreieck um einen senkrechten Cylinder so gelegt, daß eine Kathete mit der Höhe der Walze, und die andere mit dem Basisumfang parallel läuft, macht mit der Hypothenuse ebenfalls eine Schraubenlinie.

Wenn man an einem Cylinder längs einer Schraubenlinie einen vertieften Gang herum legt, so macht man eine **Schraube**, und zwar:

eine **Schraubenspindel**, oder
eine **Schraubenmutter**.

Die Schraubenspindel und die Schraubenmutter bilden die Schraube.

Der Abstand zweier unmittelbar aufeinander folgender Punkte, in denen die Schraubenlinie eine und dieselbe Seitenlinie des Cylinders schneidet, gibt die **Höhe** des Schraubenganges.

In der Schraube verhält sich [46]) beim Gleichgewicht die Kraft zur Last, als wie die Höhe des Schraubenganges zum Umfang des Schraubencylinders.

Da die Höhe eines Schraubenganges vielmals in der Peripherie des Schraubencylinders ist, so ist der Gewinn an Kraft sehr beträchtlich, und man braucht die Schraube zu verschiedenartigen Pressen, oder auch um große Lasten zu heben; weil aber auch der Verlust an Zeit bedeutend ist, so kann die Schraube bei Mikrometern, Federzirkeln... benützt werden.

Mikrometerschraube.

Eine Schraubenspindel mit einigen Schraubengängen (Fig. 22.), deren Hervorragungen beim Drehen der Schraube ein gezahntes Rad bewegen können, nennt man eine Schraube ohne Ende.

Stellschrauben.

§. 3. Von dem Keil.

Ein Keil ist ein dreiseitiges Prisma.

Der Keil kann angesehen werden als eine Zusammensetzung von zwei schiefen Ebenen, welche an den Grundflächen sich einander berühren.

Der Keil wird gewöhnlich zwischen zwei Körper oder Körpertheile eingetrieben, um diese von einander zu trennen.

---

[46]) Es sei Fig. 19. $AD = h$, und $DE = 2r\pi$, so wird:
$P : Q = h : 2r\pi$.

Diejenige Fläche des Keiles, auf welche die trennende Kraft zuerst wirkt, heißt **Rücken**; und diejenigen Flächen, welche an den zu trennenden Theilen liegen, heißen **Seiten**.

Die trennende Kraft wirkt auf den Rücken und auf die Seiten; es wirken somit mehrere Kräfte, und diese verhalten[47]) sich zu einander, wie die Flächen, auf welche sie wirken.

Der Keil wird nicht blos als trennende Maschine gebraucht, wie z. B. als Messer, Meißel, Axt, Stemmeisen, Schere ꝛc.; sondern er dient auch zum Feststellen mancher Körper, z. B. beim Festmachen des Hobeleisens, des Sechs an Pflügen; beim Schließen der Buchdruckerformen; beim Verzwicken... Sogar zum Lastheben benützt man den Keil; z. B. an den Lagern der Wellbäume und an andern Körpern.

II. Artikel. Von den zusammengesetzten Maschinen.

In Hinsicht der zusammengesetzten Maschinen, welche aus den (im vorhergehenden Artikel) besprochenen einfachen bestehen, und welche in ihrer zahllosen Menge zu den mannigfaltigsten Zwecken dienen müssen, ist kurz anzugeben:

In einer zusammengesetzten Maschine wirkt[48]) entweder eine Maschine **mittelst** der andern, oder **mit** der andern.

---

[47]) Es sei Fig. 20. ein Keildurchschnitt. Auf AB wirke die trennende Kraft P zuerst, die Kräfte, welche auf AC und BC wirken, seien P' und P''; daher: $P : P' : P'' = AB : AC : BC$.

[48]) Wenn gleichwohl in wenigen Zeilen keine Anleitung gegeben werden kann, die Wirkungen aller zusammengesetzten Maschinen beurtheilen zu können, so wird doch das vollkommene Verständniß folgender Beispiele die Beurtheilung der zusammengesetzten Maschinen erleichtern.

Beispiele von zusammengesetzten Maschinen hat man unter andern: als Hebelverbindungen, die Dezimalwage und die sogenannten Stecher der Scheibengewehre; als Rollenverbindungen, die Flaschenzüge (Potenzenflaschenzug und gemeiner Flaschenzug.) Fig. 21 und Fig. 23. A.

---

1) Es soll gefunden werden das Verhältniß zwischen Kraft und Last in der (Fig. 22. dargestellten) Schraube ohne Ende, welche wirkt auf ein gezahntes Wellrad, an dessen Welle die Last Q ist.

Auflösung. Es sei der Radius der Kurbel AD $= R$, der des Schraubenspindels $= R'$, der des Rades an der Welle CG $= R'''$; die Höhe des Schraubenganges $= h$, und die Zwischenlasten und Zwischenkräfte heißen: Q_2, Q_1. Es wird daher:

$P : Q_2 = R_1 : R$	Es ist:
$Q_2 : Q_1 = h : 2\pi R$	$nh = 2\pi R''$
$Q_1 : Q = R''' : R''$	$h = 2\pi R'' : n.$

$$P : Q = hR''' : 2\pi R . R'',$$

$$P : Q = R''' : nR.$$

2) Es ist in Fig. 23. dargestellt ein Kranich oder Krahn (d. i. eine Maschine, welche man vorzüglich an schiffbaren Wässern an denjenigen Orten benützt, wo Schiffe mit sehr

II. Abschnitt.

Von den Flüssigkeiten im Gleichgewichte und in der Bewegung.

1) Aus der absolut leichten Verschiebbarkeit der flüssigen Körper (p. 20. §. 2.) folgt, daß sich in einer flüssigen Masse die Wirkung einer Kraft, welche nur nach einer bestimmten Richtung zielt, nach allen [49]) Seiten hin mit gleicher Intensität fortpflanzt.

---

gewichtigen Lasten beladen, oder wo aus Schiffen solche Lasten an das Ufer gebracht werden sollen). Es sei der Radius der Kurbel $BD = R$, der des kleinen Rades (Getriebes) $RE = R_{\prime}$, der des Rades (an der Welle) $FG = R_{\prime\prime}$, und der der Welle $= R_{\prime\prime\prime}$, und in B greife die Kraft (P) an, um mittelbar auf die Last Q zu wirken; es wird nun, wenn die Zwischenlasten und Zwischenkräfte Q_2 und Q sind, (weil sich im Flaschenzuge A, wie die Lehre von den Rollen zeigt, bei n Paar Schnüren $p:q = 1:2n$ verhält)

$$P : Q_2 = R_1 : R$$
$$Q_2 : Q_1 = R_{\prime\prime\prime} : R_{\prime\prime}$$
$$Q_1 : Q = 1 : 2n$$
$$\overline{}$$
$$P : Q = R_1 . R_{\prime\prime\prime} : 2nR . R_{\prime}$$

NB. Tafel III. an den Dampfmaschinen sind die schönsten Zusammensetzungen, welche an dem geeigneten Orte erklärt werden.

[49]) In einem mit Flüssigkeit gefüllten, nur bei AB offenem Gefäße, würde ein Druck auf AB nicht bloß in der Richtung DC, sondern aufwärts und abwärts, links und rechts . . nach allen Richtungen hin fortgepflanzt.

Nach der allgemeinen Anerkennung, daß der auf tropfbare Flüssigkeiten ausgeübte Druck nach allen Richtungen hin mit gleicher Stärke fortgepflanzt wird, erklärt man die Erscheinung, welche man sieht an Springbrunnen, an Communikationsgefäßen (an artesischen und gewöhnlichen Brunnen, an Lampen, an Wasserleitungen).

Die Kapillarität (p. 29) macht nur scheinbar Ausnahme von diesem Gesetze.

2) Eine flüssige Masse oder eine größere Menge von flüssigen Theilchen ist im Gleichgewichte, wenn die Kräfte, welche auf jedes Theilchen der Masse wirken können, sich selbst gegenseitig aufheben, oder durch einen Widerstand aufgehoben werden; Bewegung aber folgt bei der Wirkung einer bewegenden Kraft, wenn weder durch Flüssigkeit, noch durch feste Körper ein Widerstand geleistet wird.

Körper, deren Theile absolut leicht verschiebbar sind, finden sich in der Natur sehr wenige. Für Körper, deren Flüssigkeitsgrad viel tiefer steht, als der des Wassers bei 0R., sind die hydraulischen Gesetze nicht gegeben.

3) Die Erscheinungen des Gleichgewichtes und der Bewegung der Flüssigkeiten, sind verschieden in Körpern:

von tropfbar flüssiger Natur — welche das mittlere Verhältniß zwischen Cohärenz und Expansion haben — und

von ausdehnsam flüssiger Natur — in denen die Expansion die Cohärenz übertrifft (p. 28. §. 2).

Massen von Flüssigkeiten, auf welche blos die Schwere wirkt, können in offenen Gefäßen nur in Ruhe sein, wenn ihre obersten Theile horizontale Flächen (einen Spiegel, Niveau oder Libelle) bilden.

I. Hauptstück.

Von den tropfbaren Flüssigkeiten.

I. Kapitel.

Vom Gleichgewichte der tropfbaren Flüssigkeiten.

§. 1. Druck einer tropfbaren Flüssigkeit auf die Gefäßwände.

Befindet sich tropfbare Flüssigkeit in einem Gefäß, so übt solche auf alle Theile der Gefäßwände einen Druck aus, welcher um so größer ist, je größer:

die Höhe (=h) der drückenden Flüssigkeit (hydraulische Druckhöhe),
die gedrückte Fläche (=a), und
das spezifische Gewicht (=s) der Flüssigkeit ist. [50])

Aus diesem Gesetze erklären sich leicht die Erscheinungen, welche zeigen: der anatomische Heber von Wolf, die Brahma'sche Presse, Gravesand's Blasebalg, die Real's-Presse, ... Segners Rad (welches durch den Druck auf die der Seitenöffnung gegenüberstehende Wand in eine drehende Bewegung gebracht wird), Dämme, Schleusen... Weite Gefäße brauchen nicht stärkere Seiten als enge für dieselbe Flüssigkeit; hohe Gefäße brauchen unten stärkere Wände als oben (wenn sie mit derselben Flüssigkeit gefüllt den Druck aushalten wollen).

---

[50]) D. i. $p : p' = ahs : a'h's'$.

Dieser Satz kann benützt werden zur Ausmittlung des spezifischen Gewichts einer Flüssigkeit.

Die Größe des Druckes ist nicht immer von der Flüssigkeitsmenge, wohl aber von der Größe des Bodens (oder der gedrückten Fläche), und von der Entfernung dieser Fläche bis zur Horizontalen, in welcher der Wasserspiegel liegt, abhängig.

§. 2. Druck einer tropfbaren Flüssigkeit auf jeden in ihr befindlichen Körper.

Befindet sich in einer tropfbaren flüssigen Masse ein Körper (ein fester oder ein flüssiger), so wird er auf allen Seiten einen Druck leiden müssen; und dabei ist an jedem gedrückten Punkte die Größe des Druckes bestimmt (Cf. §. 1.) durch das Produkt ahs.

Die horizontal wirkenden Druckkräfte (einander gleich aber entgegengesetzt) haben die Resultirende $=0$; die vertikal wirkenden (einander zwar entgegengesetzt aber nicht gleich) haben eine Resultirende, welche gleich ist der Differenz zwischen der aufwärts und abwärts drückenden Kraft[51]).

[51]) Der Körper MN (Fig. 25.), welcher jede beliebige Gestalt haben kann, sei ein Aggregat von sehr vielen senkrecht stehenden Cylindern ab, cd . . . mn . . . $\varphi\omega$. Auf die Basis, auf m, irgend eines solchen Cylinders wirkt die Kraft μm abwärts, auf die andere Basis, auf n, die Kraft μn aufwärts. Die Resultirende ist somit $\mu n - \mu m$, d. h. der Cylinder mn wird gehoben. Aehnliches geschieht an jedem Cylinder des Aggregats, also wird der ganze Körper gehoben (wobei er aber nach seinem Gewicht [Q] fällt).

Der nach oben wirkende Druck der Flüssigkeit wird mit dem Namen Auftrieb bezeichnet.

oder drücken den Körper in die Höhe mit einer Kraft, welche gleich ist dem Gewichte der Flüssigkeit, die durch den in ihr enthaltenen Körper verdrängt wurde.

Daher das archimedische Princip: „Ein Körper, welcher in eine Flüssigkeit eingetaucht ist, verliert von seinem Gewichte gerade so viel, als die aus der Stelle vertriebene Flüssigkeit wiegt." Oder: Wenn ein Körper in eine Flüssigkeit eingetaucht ist, so wird ein Theil seines Gewichtes von der Flüssigkeit getragen, welcher dem Gewichte der aus der Stelle getriebenen Flüssigkeit gleich ist.

1. Zus. Ein Körper wird in einer Flüssigkeit, wenn sein spezif. Gewicht

kleiner ist als das der Füssigkeit, über das Niveau gehoben,

größer ist als das der Flüssigkeit, in der Flüssigkeit sinken,

gleich ist dem der Flüssigkeit, an jeder Stelle schwimmen.

2. Zus. Durch Verbindung mit einem andern Körper, oder durch gehörige Formung kann ein jeder Körper, dessen spezif. Gewicht größer ist, als das der Flüssigkeit, zum Schwimmen gebracht werden. [54])

---

[54]) Wenn man durch Verbindung einen Körper zum Schwimmen bringen will, so muß man wissen, daß

$$P + p = \left(\frac{P}{S} + \frac{p}{s}\right) \sigma.$$

Rettungsboote, Schwimmgürtel; Schwimmen der Fische, eiserne Schiffe; Berechnung der Belastungsfähigkeit.

Der Mensch schwimmt leicht im Wasser, wenn er sich nur ein wenig regelmäßig bewegt, und den Kopf — den verhältnißmäßig gewichtigsten Theil — aus dem Wasser hält, weil das spezifische Gewicht von ihm durchschnittlich $= 1\cdot11$ ist.

3. Zus. Von einem Körper, der in einer Flüssigkeit schwimmt, wird oft gefordert, daß er in dieser auch stabil sei; dieses wird er nur dann sein, wenn sein Schwerpunkt die tiefste Stelle einnimmt.

Metacentrum.

* * *

Hydrostatische Bestimmung der spezifischen Gewichte, und der Dichten fester und tropfbarer Körper.

Das archimedische Gesetz (p. 142) ist Grund geworden zu einer bequemen Methode, das spezifische Gewicht und die Dichte verschiedener Körper zu finden.

Man sucht hiezu die Dichte des Körpers, und multiplizirt dieselbe mit dem spezifischen Gewichte des Wassers.

Weil der Rauminhalt der Körper nicht immer leicht unmittelbar gemessen werden kann, so geschieht die direkte Bestimmung gewöhnlich nur beim Wasser. [53]

Die Dichte tropfbarer und fester Körper kann ausgemittelt werden durch Benützung

---

[53]) Es ist (nach p. 28) $s = p : v$.

der sogenannten hydrostatischen Wage, und des Aräometers.

Man hat Aräometer:

mit Skalen (Fig. 26. a), und

mit Gewichten [54]) Fig. 26. b.

Die Aräometer mit Skalen (nur für flüssige Körper anwendbar) haben für Flüssigkeiten, die größeres spezif. Gewicht als Wasser haben, z. B. für Soolenlaugen, Bier... abwärtszählende, die geringeres spezif. Gewicht als Wasser haben, z. B. für Oele, Weingeist, Branntwein... aufwärtszählende Skalen.

II. Kapitel.

Von der Bewegung tropfbar flüssiger Körper.

1) Die Hauptbewegungsarten der tropfbaren Flüssigkeiten heißen:

I. die fortschreitende Bewegung, und

II. die Wellenbewegung.

2) Die allseitige Fortpflanzung jeder einseitig wirkenden Kraft (p. 139) verursacht im Innern der Masse Bewegungen, welche in festen Körpern nicht geschehen, und von ganz eigenthümlicher Art sind.

Staunen erregend sind oft die Erscheinungen, wenn man z. B. unter Wasser einen Glastropfen bricht, oder ein wenig Pulver ent-

---

[54]) Bei Benützung des Gewichtsaräometers hat man folgende Proportion zu berücksichtigen:

$$(Q+q):(Q+q_1)=d:d_1.$$

zündet, weil dadurch Gefäße zersprengt, erdbebenartige Erschütterungen hervorgebracht werden können.

I. Artikel. Fortschreitende Bewegung tropfbarer Flüssigkeiten.

Wenn tropfbare Flüssigkeiten aus einem Behälter fortschreitend gehen, so zeigen sie eigenthümliche Erscheinungen:

1) wenn sie durch den Boden, und
2) wenn sie an den Seiten austreten, und
3) wenn sie in Röhren sich bewegen.

§. 1. Erscheinungen an einer Flüssigkeit beim Austritt durch den Boden seines Behälters.

1) Die Ausflußgeschwindigkeit ist gerade so groß, wie die Geschwindigkeit, welche ein freifallender Körper erlangen würde, wenn er von dem Spiegel der Flüssigkeit bis zur Ausflußöffnung herabfiele. [55])

Zus. Hat der Behälter keinen Nachfluß, so wird natürlich die Ausflußgeschwindigkeit, und zwar verhältnißmäßig, abnehmen.

2) Wenn der Querschnitt der Oeffnung (Fig. 24.) = a ist, so sollte das Produkt aus dieser Fläche und der Geschwindigkeit die ausfließende Menge für eine Zeiteinheit geben; diese Menge ist aber, wie die Erfahrung zeigt, kleiner,

---

[55]) Dieser Satz (das Toricellische Theorem) heißt mathematisch: $c = \sqrt{2gs}$, woraus $c^2 : c^2_1 = s : s_1$ wird, wo s und s_1 Druckhöhen sind.

weil der Strahl außerhalb der Oeffnung sich zusammenzieht. [56])

Dieses Zusammenziehen kommt daher, daß nicht blos die vertikale ober der Oeffnung stehende Flüssigkeit ausfließt, sondern daß auch die seitwärts befindliche (durch den Strudel) zur Oeffnung sich hindrängt, und in schiefer Richtung wirklich austritt.

Die Größe der Zusammenziehung hängt vorzüglich von der Dicke des Bodens ab.

§. 2. Erscheinungen an einer Flüssigkeit beim Austritt an einer Seitenwand.

Ist die Ausflußöffnung an der Seitenwand des Gefäßes, so beschreibt die ausgetretene Flüssigkeit wie jeder horizontal geworfene Körper einen Parabelast, und zwar meistentheils mit ungleichmäßiger Geschwindigkeit.

Die Menge, welche in einer Zeiteinheit ausfließt, ist durch die Seitenöffnung, Geschwindigkeit und Höhe bedingt.

Wenn die Oeffnung mittelst einer Röhre aufwärts gerichtet ist, so steigt die austretende Flüssigkeit mit gleichförmig verzögerter Geschwindigkeit, und zwar (weil auch Hindernisse auftreten) nicht bis zur Druckhöhe. Der erste Strahl erreicht die größte Höhe.

Bei Kassel im Springbrunnen in Wilhelmshöhe, wo das Wasser über eine schiefe Ebene von 250′ fällt, springt es 140′ hoch.

---

[56]) Allgemein darf angenommen werden die ausfließende Menge $= 0{\cdot}6\,ac$.

§. 3. Erscheinungen tropfbarer Flüssigkeiten, welche sich in Röhren und Rinnen bewegen.

I.

Erscheinungen bei Bewegung tropfbar flüssiger Körper in Röhren.

In einer Röhre kann sich Wasser bewegen mit einer Geschwindigkeit, welche der Druckhöhe entspricht, und dann übt es auf die Gefäßwand keinen Druck aus; oder mit einer Geschwindigkeit, welche der Druckhöhe nicht entspricht, und in Rücksicht auf diese

zu groß ist — dann werden die Wände einwärts — oder

zu klein ist — dann werden die Wände von Innen nach Außen gedrückt.

Stoßheber, Hydrodynamisches Paradoxon Fig. 27.

II.

Erscheinungen bei tropfbar flüssigen Körper in Rinnen.

1) Das aus Rinnen (manchmal auch aus Röhren) ausfließende Wasser leitet man öfters auf Räder, die zur Aufnahme der Flüssigkeit bestimmte Zellen haben, welche auf einer Seite des vertikalen Raddurchmessers mit Wasser gefüllt werden. Solche Räder, von oben vom Wasser überschüttet (oberschlächtige Wasserräder), müssen sich um die Achsen bewegen, und dienen vorzüglich an Maschinen, z. B. in Mühlen.

2) Wenn das in Rinnen sich bewegende Wasser keine solche Höhe hat, daß es in Radzellen von oberschlächtigen Wasserrädern geleitet werden könnte, so wird doch seine bewegende

Kraft benützt zu **halb oberschlächtigen** oder **mittelschlächtigen**, und zu **unterschlächtigen** Werken.

Die Räder bei oberschlächtigen und unterschlächtigen Rädern sind vertikal; bei ganz großer Geschwindigkeit des zufließenden Wassers kann man auch ein horizontales Wasserrad zweckmäßig anwenden.

II. Artikel. Wellenbewegung der tropfbaren Flüssigkeiten.

1) Wenn irgend ein Körper schnell an eine ein Niveau bildende Flüssigkeit stoßt, so wird die Flüssigkeit ausweichend an dem berührten Punkte sich eintiefen, und alsbald um den berührten Punkt einen Wall bilden, welcher bald in zwei Theile aufgelöst erscheint, von denen der eine einen Berg macht an dem gestoßenen Punkte, und der andere für mehrere concentrische Kreise Ursache wird. Auch wirkt wieder der Berg, welcher sich in der Mitte gebildet, wie die kreisebildenden Walle als einfallender Körper, und so wird in der Flüssigkeit eine pendulirende Bewegung.

Die ganze Wechselbewegung heißt **Wellenbewegung**. Die durch eine Wellenbewegung gebildete Vertiefung heißt **Wellenthal**; und die Erhöhung **Wellenberg**. Denkt man sich eine horizontale Fläche (Fig. 28.), welche vom Gipfel eines Wellenberges, und vom Grunde seines nächsten Wellenthals gleich weit (jedesmal um d) entfernt ist, so hat man in der Summe dieser Entfernungen die **Wellenhöhe**[57]) (=h); in der Erhöhung den eigentlichen Wellenberg, und in der Vertiefung das eigentliche Wellenthal. Die Gerade aus

---

[57]) D. i. Fig. 28. $d+d=2d=h$; und $\lambda+\lambda=l$.

der Horizontalen, welche durch das Wellenthal begrenzt wird, heißt Thallänge $(=\lambda)$, und diejenige, welche durch den Wellenberg begrenzt wird, heißt Berglänge $(=\lambda)$; Berglänge und Thallänge zusammen geben die Wellenlänge $(=l)$.

2) Die Geschwindigkeit der Wellen tropfbarer Flüssigkeiten wächst vorzüglich mit ihrer Höhe und ihrer Breite.

3) Man unterscheidet zwischen
fortschreitenden, und
stehenden Wellen.

Das Fortschreiten der Welle ist nicht Fortschreiten der Flüssigkeit, worin sich die Welle gebildet, sondern Fortschreiten der Form der Oberfläche. Wellen zeigen sich in fortschreitenden Flüssigkeiten eben so wohl, als in stehenden.

§. 1. Veränderung der fortschreitenden Welle.

Man hat drei Veränderungsarten, welche eine Welle beim Fortschreiten kann erleiden müssen, nämlich:

1) **die Reflexion,**
2) **die Beugung, und**
3) **die Interferenz.**

ad 1.

Wenn eine Welle während ihres Fortschreitens bei einem festen Körper angelangt ist, so kehrt sie gleichsam um; der Wellenberg wird Wellenthal und v. v., und die Bewegung, welche gegen den festen Körper gerichtet war, geschieht jetzt von demselben weg. Von der Welle, welche so zurückkehrt, sagt man, sie sei zurückgeworfen (reflektirt), und der Hergang heißt Reflexion.

ad 2.

Die Beugung geschieht in zwei Fällen:

a) wenn eine fortschreitende Welle bei einer nicht zu großen Oeffnung, in einer nicht dicken, festen Wand angekommen ist, und

b) wenn eine Welle durch ein schmales Hinderniß im Fortschreiten unterbrochen wird.

ad a. In dem ersten Falle geht der das Loch treffende Theil der Welle unverändert durch, und breitet sich hinter derselben aus, als wenn noch alle Wellentheile zusammen hingen (Fig. 30.); der die Wand treffende Theil wird reflektirt; an den Rändern der Oeffnung bilden sich nebstdem neue Wellenmittelpunkte; die neuen Wellen verschlingen sich mit dem unverändert durchgegangenen Theil (Fig. 30.), woraus neue Phänomene hervorgehen.

ad b. In dem zweiten Beugungsfalle verschlingen sich nach der Spaltung hinter dem Hinderniß neue Wellen.

Jede Unterbrechung einer Welle erzeugt eine Beugung.

ad 3.

Die Interferenz der Welle ist eine Erscheinung, der zu Folge durch ein Durchkreuzen von zwei Wellen eine Vergrößerung (Vergrößerung des Wellenberges und Wellenthales), oder eine Verkleinerung (manchmal gänzliche Aufhebung) einer Welle entstehen kann.

§. 2. Von den stehenden Wellen.

Ohne die fortschreitenden lassen sich die stehenden Wellen nicht denken; denn sie sind ein Erzeugniß des Zusammentreffens direkter und reflektirter fortschreitender Wellen.

II. Hauptstück.

Von den ausdehnsamen Flüssigkeiten.

Die für Flüssigkeiten allgemein aufgestellten Sätze (p. 140) müssen von den in diesem Hauptstück zu betrachtenden Flüssigkeiten natürlich auch gelten. — Hier sind nur noch die den ausdehnsam flüssigen Körpern eigenthümlichen Eigenschaften vorzüglich zu berücksichtigen.

Als Repräsentant sollen gelten:

für Gase die atmosphärische Luft, und

für Dünste die vom Wasser gebildeten Dünste.

I.

Von den Gasen.

I. Kapitel.

I. Artikel. Von der Schwere der Gase.

1) Schon sehr frühe (selbst schon vor Aristoteles) vermuthete man, daß die Luft schwer sei.

Diese Wahrheit wurde aber erst durch Galiläi (1640) bewiesen, und (1643) durch die glückliche Naturgesetzerkenntniß Toricelli's, eines Schülers von Galiläi, bestätiget.

Horror vacui.

2) Nachgewiesen kann die Schwere der Luft werden:

1) durch einen direkten Versuch, und

2) durch den Toricellischen Versuch.

§. 1. Direkter Versuch zum Beweis, daß die Luft schwer sei.

Man mache mittelst einer Luftpumpe einen mit einem Hahn versehenen Ballon luftleer, und suche sein Gewicht (=Q). Darnach öffne man den Hahn, damit der Ballon mit Luft gefüllt werde. Man suche nun das Gewicht des Luft enthaltenden Ballons (P). Es wird sich zeigen P—Q (somit P—Q=R das Gewicht der Luft); also ist die Luft schwer.

Zus. Wenn man das Volumen (=V) der Höhlung des Ballons kennt, so findet man leicht das spezifische Gewicht [58]) (=S) des Gases.

§. 2. Toricellischer Versuch.

I. Vornahme dieses Versuches.

Um diesen Versuch zu machen, füllt man eine ungefähr 3 Fuß lange, einige Linien weite, an einem Ende geschlossene Glasröhre mit Quecksilber, wendet sie (auch an der Eingußöffnung — etwa mit dem Finger — geschlossen) sorgfältig um, und stellt sie mit der Eingußöffnung senkrecht in ein Quecksilber, welches in einem Gefäß ist. Oeffnet man hier die Eingußöffnung wieder, so wird die Quecksilbersäule nicht ganz in der Röhre herabsinken, sondern ungefähr 27 Zoll über dem Niveau des Quecksilbers im Gefäß bleiben. Diese Quecksilbersäule (= Barometerhöhe) ändert sich in verschiedenen Zeiten für einen Ort, und ist an verschiedenen Orten in demselben Augenblick verschieden hoch.

---

[58]) Es wird $S = (P-Q) : V$.

Die atmosphärische Luft hat überhaupt ein 770 mal geringeres spezifisches Gewicht als Wasser.

Der sogenannte Normalbarometerstand wird gewöhnlich bei 0°C gleich 757·96 Millimeter angenommen. Der Luftdruck beim Normalbarometerstand heißt als Druckmaaß eine Atmosphäre.

Vacuum Toricellianum.

Die 27 Zoll hohe Quecksilbersäule wird nur durch die Kraft der atmosphärischen Luft, welche auf die untere Quecksilberfläche drückt, in der Höhe erhalten.

Ein ausgewachsener Mensch hat eine Luftlast von 30 bis 40 tausend Pfund immer zu tragen.

Wenn man statt Quecksilber zu diesem Versuch eine andere Flüssigkeit nimmt, so wird diese eine Höhe erhalten, welche sich zu der des Quecksilbers verhält, wie das spezifische Gewicht der Flüssigkeit zu jenem des Quecksilbers. Eine Wassersäule erreicht also eine Höhe von fast 32 Fuß.

II Benützung des Toricellischen Versuches.

1) Will man einen Luftdruckmesser, so kann man kein bequemeres Instrument haben, als die Toricellische Röhre.

Seit 1643 ist sie (mit Skalen bei dem Niveau der Quecksilbersäule versehen) vorzugsweise Barometer, und zwar unter verschiedenen Formen, von denen die vorzüglichsten sind:

a) das Birnbarometer,
b) das Gefäßbarometer, und } Fig. 31.
c) das Heberbarometer.

Da gewöhnlich, wenn die Luft bedeutende Druckkraft zeigt, heitere Witterung folgt und v. v., so wurde das Barometer Wetterglas (= Wetterprophet) genannt.

Die Angaben eines Barometers kann man für genau gelten lassen:

1) wenn der obere Theil der Röhre völlig luftfrei ist,

2) wenn die Temperatur des Quecksilbers und die Veränderlichkeit der Skala beim Temperaturwechsel berücksichtiget wird, [59])

3) wenn man die Depression durch Kapillarität in der Röhre nicht unbeachtet läßt (wie im Normalbarometer), und

4) wenn die Skala nicht blos genau eingetheilt, sondern auch gehörig angebracht ist.

* * *

Wenn man ein Barometer ohne Nachtheil für seine Brauchbarkeit von einem Orte zu einem andern bringen will, so neigt man vor dem Transportiren die Röhre (wenn man nicht ein Gefäßbarometer hat, bei diesem schließt man die Eingußöffnung durch Heben des Bodens), damit das Quecksilber bis an das obere Ende der Röhre vordringe, und schließt die Röhre. Man trägt dann dieses Barometer in horizontaler oder verkehrter Lage.

2) Einen vorzüglichen Dienst leistet das Barometer beim Bestimmen der Höhe eines über dem Niveau des Meeres liegenden Punktes.

Von dieser Bestimmung gibt mehreres an der III. Artikel.

---

[59]) Für die Correktion der Temperatur des Quecksilbers hat man (da $0^o c$ = der Normaltemperatur) $b' = b - (bt : 5550)$.

II. Artikel. Von der Expansivkraft der Gase.

1) Die Gelehrten Boyle und Mariott fanden das Gesetz: Die Dichtigkeiten stehen im geraden Verhältnisse der zusammendrückenden Kräfte, oder: die Räume derselben Menge Luft stehen im umgekehrten Verhältnisse der zusammendrückenden Kräfte. [60])

Das Mariott'sche Gesetz gilt nicht für jeden beliebigen Druck, nicht für jede Verdichtung (nach Oersted nur bis zur 66 fachen Verdichtung bei mehrern Gasen), und nicht für jede Verdünnung.

Da durch Temperaturerhöhung alle Körper eine Volumenvergrößerung (p. 34) erlangen, so muß die Spannkraft eines Gases in demselben Verhältniß durch Erhöhung der Temperatur erhöhet werden, in welchem das Volumen wächst. Es wird somit einfach ein Luftthermometer (p. 35) construirt, wenn man die in einem Gefäße, welches die Form eines Quecksilberthermometers hat, vorfindliche Luft trocknet, und danach in die Röhre eine Quecksilbersäule gibt. Durch

---

[60]) Es sei Fig. 32. eine gebogene, im kürzern Schenkel geschlossene Glasröhre, in welcher mittelst Quecksilber nachgewiesen wird das Mariott'sche Gesetz:

$$D:d = P:p = E:e = v:V.$$

In dieser Formel bezeichnen D und d die dichten, P und p die drückenden Kräfte, E und e die Ausdehnsamkeiten, und V und v die Räume.

Ausdehnsamkeitsmesser für atmosphärische Luft kann sein die Quecksilbersäule im Barometer, oder Wollaston's Differentialbarometer.

diese Metallmasse wird eine Luftmasse, welche die Kugel und einen Theil der Röhre füllt, von der äußern Luft (obwohl man die Röhre offen läßt) abgesperrt.

Gase von materiell verschiedener Natur haben bei derselben Dichte und Temperatur auch eine verschiedene Ausdehnsamkeit, die spezifische Ausdehnsamkeit.

2) Die Gase suchen immer ihren Raum zu erweitern.

1) Dieses zeigen die Versuche mit der Luftpumpe;
2) dieses kann man erkennen, wenn die Gase sich diffundiren.

§. 1. Von der Luftpumpe, erfunden 1650 von Otto Guerike (Rathsherr zu Magdeburg), welcher 1654 zu Regensburg vor Kaiser Ferdinand III. experimentirte.

I. Beschreibung der Luftpumpe.

Luftpumpen, welche man benützt:
zum Verdünnen, und
zum Verdichten der Luft,
hat man zwei Arten:

1) Hahnluftpumpen (Fig. 33.), und
2) Ventilluftpumpen.

ad 1. Hahnluftpumpe (Fig. 33). Diese hat folgende wesentliche Theile:

A) den Stiefel, welcher ein von Glas oder Metall verfertigter hohler Cylinder ist;
B) den Kolben oder Stempel, einen nicht hohen, genau in den Cylinder passenden, massiven Cylinder, welcher mittelst der Kolbenstange T hin und her beweglich ist; und

C) den Hahn, durch welchen die Verbindung des Innern des Stiefels mit der atmosphärischen Luft hergestellt oder aufgehoben werden kann.

Wichtige Theile sind noch:

D) die Verbindungsröhre, und

E) der Teller, auf welchen

F) der Recipient gebracht wird.

ad 2. Die Ventilluftpumpe hat außer den Theilen, welche an der Hahnluftpumpe nöthig sind, zwei Ventile, von welchen

α) eines im Kolben, und

β) das andere am Boden des Stiefels angebracht ist.

Um den Grad der Verdünnung der Luft im Recipienten schätzen zu können, verbindet man durch eine Communicationsröhre ein Barometer mit dem Recipienten, und dieses gibt die Barometerprobe oder Birnprobe.

Zwischen dem Stempel und der Absperrung des Stiefels bleibt immer ein kleiner Raum (γ), welcher durch den Stempel nicht ausgefüllt wird; dieser Raum heißt, weil die Luft, die er hält, nicht ausgezogen werden kann, schädlicher Raum.

II. Gebrauch der Luftpumpe.

1) Manipulationen beim Verdünnen und Verdichten der Luft mittelst einer Luftpumpe.

a) Will man Luft mittelst einer Luftpumpe verdünnen, so verfahre man auf folgende Weise:

1) Man bringe den Kolben (B) bis an die Basis des Cylinders und stelle die Hähne so, daß, wenn auf dem Teller (E) der Recipient (F) ist, die Luft außer der Pumpe, und die in derselben nicht mehr in Verbindung stehen.

2) Man ziehe den Kolben von der Basis bis an den Rand des Cylinders. — Hiedurch erhält die in dem Recipienten und in der Verbindungsröhre enthaltene Luft die ganze Höhlung des Instrumentes zur freien Ausdehnung, und die erste Verdünnung ist geschehen.

3) Man drehe C_1 so, daß zwischen Recipienten und Stiefel die Communikation aufgehoben ist; treibe die theilweise verdünnte Luft in dem Stiefel aus, nach Oeffnen von C_2, durch das Bewegen des Kolbens gegen den Stiefelboden.

4) Man schließe wieder bei C_2, und mache danach die Communikation zwischen Recipienten und Stiefel wieder frei.

Je öfter man die in 2, 3 und 4 angegebenen Verrichtungen wiederholt, desto weiter geht die Verdünnung, und zwar — wenn die Pumpe ganz gut ist — zuletzt so weit, daß am Ende nur die Luft des schädlichen Raumes noch in dem Recipienten, in der Röhre und in dem Stiefel ist. [61])

b) Will man Luft mittelst einer Luftpumpe verdichten, so verfahre man auf folgende Weise:

1) Man befestige den Recipienten auf dem Teller luftdicht, ziehe den Kolben (während C_2 mit Außen in Communikation steht) bis δ.

2) Man schließe C_2 und drücke den Kolben an den Boden, damit die Luft vom Cylinder durch C_1 in den Recipienten zu gehen gezwungen wird. Hiedurch geschieht die erste Verdichtung.

---

[61]) Ist der Raum des Stiefels $= h$, der des Recipienten $= k$, und die Dichte der Luft $= d$, so ist die Dichte nach dem n^{ten} Kolbenzuge $d_n = d \,.\, k^n : (h+k)^n$.

3) Man schließe C_1, um zwischen den Recipienten und dem Stiefel die Communikation zu unterbrechen, öffne C_2, und ziehe danach den Kolben gegen δ.

4) Man schließe wieder C_2 und öffne C_1, um die durch C_2 eingedrungene Luft in den Recipienten zu treiben.

Je öfter man diese angegebenen Manipulationen wiederholt, desto weiter wird die Verdichtung gesteigert. [62])

Wenn man für eine Windbüchse Luft verdichtet, so wolle man ja sehr vorsichtig sein!

2) Die gewöhnlichen Experimente mit der Luftpumpe sind folgende:

a) indem man Luft verdünnt:

Die sogenannten Magdeburgischen Halbkugeln lassen sich, wenn die Luft aus ihnen möglichst ausgepumpt worden ist, oft nicht mit großer Kraft [63]) auseinanderreißen.

Der Recipient wird auf den Teller so aufgedrückt, daß er nicht weggenommen werden kann.

Ist der Recipient mit einer Blase verbunden, oder liegt auf ihm eine Glastafel luftdicht auf, so können diese Körper durch den Luftdruck zersprengt werden.

Liegt auf dem Recipienten luftdicht eine hölzerne Büchse, welche Quecksilber enthält, so kann dieses Metall mittelst des Luftdruckes durch die Poren des Holzes getrieben werden.

Eine schlaff zugebundene Blase schwillt unter dem Recipienten während der Verdünnung der Luft an.

---

[62]) Nach der Operation des Verdichtens kann nach n vollkommenen Kolbenzügen die Luft die Verdichtung haben:

$$d_n = d\,(nh + k) : k.$$

[63]) $V : v = D^2 : d^2 = R^2 : r^2$.

Biere, Weine... unter einen Recipienten gebracht, in welchem die Luft verdünnt wird, moussiren.

Ein genau verschlossenes, mit Luft gefülltes Glas zerspringt, wenn es unter einem Recipienten ist, welchen man luftleer zu machen suchte.

Ein runzlicher Apfel wird unter dem luftleer gemachten Recipienten glatt.

Eine Metallkugel und eine Flaumfeder fallen in einem luftleeren Raume gleich schnell.

Ein brennendes Licht erlischt unter dem Recipienten, wenn in ihm die Luft verdünnt ist.

Sauerteig schwillt unter einem Recipienten, in dem Luft ausgepumpt ist, sehr schnell auf.

Hefe zum Lockermachen des Brodes, der Kuchen und Torten...

Warum zerplatzen Blutwürste in undurchstochenen Häuten beim Sieden? Zieht man aus Gefäßen, welche man luftdicht an den Mund hält, die Luft, so bleiben sie hängen. Schröpfköpfe.

b) indem man die Luft verdichtet:

Eine Blase von Kautschuk kann außerordentlich ausgedehnt werden.

Eine Blase (oder ein Darm von einem thierischen Körper) oder ein Glas luftdicht als Recipient mit einer Luftpumpe verbunden, kann durch wenige Kolbenzüge zersprengt werden.

Das Volumen einer Blase unter einem Recipienten kann sehr verkleinert werden.

Das Quecksilber in einem Thermometer unter einem Recipienten, in welchem die Luft verdichtet wird, steigt bei jedem neuen Stoße.

Aus den Hohlbüchsen, mit welchen Kinder sich unterhalten, wird der Pfropf durch die zusammengepreßte Luft hinausgesprengt, gleich wie der Bolz durch das Blasrohr mittelst der zusammengedrückten Luft getrieben wird.

§. 2. Vom Diffundiren der Gase.

1) Wenn zwei Gase mittelst einer durchdringlichen Scheidewand von einander getrennt sind, so sucht von jedem Gas ein Theil in den Raum des andern einzudringen, d. h. so suchen sie sich zu diffundiren.

Das Bestreben, sich zu diffundiren, ist bei heterogenen Gasen nicht gleich groß; dieses hängt von der Dichte [64]) der Gase ab.

2) „Zwei Gase, welche aufeinander keine chemische Einwirkung äußern, verhalten sich völlig passiv zu einander, wenn sie in gegenseitige Berührung kommen.“ (Dalton).

In einem Raume ein Gemenge von zwei Gasen, von denen das eine diesen Raum mit der Spannkraft P, das andere mit der Spannkraft Q einnehmen würde, hat eine Spannkraft R, welche der Summe der Spannkräfte gleicht, mit welcher beide einzeln genommen, diesen Raum einnehmen würden. [65])

---

[64]) Bezeichnen V und v die eindringenden Volumen, und D und d die Dichten der Gase, so hat man:

$$D : d = v^2 : V^2.$$

[65]) D. i. $R = P + Q$.

III. Artikel. Von der ungleichmäßigen Dichte der Gase.

1) Die Dichte einer größern Menge gleichmäßig warmen Gases, welches eine Gassäule bildet, ist nicht gleichmäßig, sondern nimmt von unten nach oben ab und v. v.

Man denke sich, Fig. 34 sei eine gleichmäßig temperirte Luftsäule, welche in Luftschichten getheilt ist. In dieser Säule geben die Dichten derjenigen Schichten, deren Höhen eine arithmetische Reihe bilden, eine geometrische Progression. [66]

2) Die Wahrheit dieses Satzes weisen nach Erscheinungen:

an dem Barometer, und } in verschiedenen Höhen und
an den Luftballonen, } bei derselben Temperatur.

§. 1. Barometerstand in verschiedenen Höhen und bei derselben Temperatur.

Bringt man ein Barometer von einem niedriger gelegenen Orte in einen höher gelegenen, so zeigt der Quecksilberstand sich erniedriget.

Diese Erscheinung vermuthete zuerst Pascal.

Diese Erniedrigung geschieht aber nicht so, daß, wenn beim ersten Höherbringen (von ungefähr 75′) die Säule um 1‴ gefallen, sie beim zweiten gleichen Höherbringen wieder um so viel fällt; beim zweiten fällt sie weniger, und beim

---

66) D. h. $d_1 : d_2 : d_3 : \ldots . \; d_n = p_1 : p_2 : p_3 : \ldots \; p_n$.

dritten wieder weniger... und zwar so, daß das angeführte Gesetz sich bewährt hinstellt.

Die Gesetzmäßigkeit, nach welcher die Säule sich verkürzt beim höhern Stand des Instrumentes (an welchem die Temperatur berücksichtiget werden muß), benützt man zum Höhenmessen. [67])

Wer überzeugt ist, daß die Dichten der Gase in Gasschichten von unten nach oben abnehmen, der erklärt sich leicht:

warum eine wohl geschlossene, Luft enthaltende, aber schlaffe Blase, vom Fuße eines Berges auf den Gipfel desselben gebracht, anschwillt;

warum Menschen und Thiere, welche in tief liegenden Orten behaglich leben, in hohen Regionen lästige Gefühle haben, z. B. Müdigkeit, Ohrenstechen, Neigung zum Erbrechen u. dgl.

§. 2. Von den Luftballonen.

1) Die Erfahrung zeigt, daß begrenzte Räume, gefüllt mit irgend einer Gasart, die leichter als die atmosphärische Luft in demselben Ort ist, im freien Zustande in der Luft in die Höhe steigen, und zwar um so höher, je leichter sie in Rücksicht auf die atmosphärische Luft sind, und je größer die Volumen der Räume sind. [68])

---

[67]) Die gewöhnlich angewandte Formel hiezu ist:

$$H = A\,(\lg B - \lg b) = \gamma\,(1 + \beta\tau)\,C\,(\lg B - \lg b).$$

[68]) Die Steigkraft ($= k$), und die Bedingungen des Steigens lassen sich berechnen. Man hat für Ballone:

$$k = \frac{\pi d^3}{6}\,(R - r) - n\,.\,\pi d^2;$$

Ballone steigen, wenn d größer ist als $\dfrac{6n}{R - r.}$

Die Luftballone werden gewöhnlich gefüllt:

blos mit erwärmter atmosphärischer Luft (Mongolfiere), oder

mit Wasserstoffgas (nach Professor Charles in Paris).

Green (1836) füllte seinen Ballon mit Steinkohlengas.

Der Wunsch von einigen Menschen, sich gleich den Vögeln in die Luft erheben und da Reisen machen zu können, ist schon sehr alt (wie die bekannte Fabel [Metam. 8, 185 sq.] von Dädalus und Ikarus nachweist), und also nicht ein erst im achtzehnten Jahrhundert entstandenes Verlangen. — Vorstellungen von Luftballonen hatten schon Albertus de Saxonia (im XIV. saec.), der Dominikaner Gallien und der Jesuit Lana. Die ersten Ausführungen im Kleinen machten Cavallo und Lichtenberg. Den ersten großen Luftballon aber ließen die Brüder Mongolfier am 5. Juli 1783 zu Annonay im südlichen Frankreich steigen.

Aëronautik Fallschirm.

2) Wenn die Gase gleich dicht wären, so müßte jeder spezifisch leichtere Körper in ihnen bis zu ihrer Oberfläche emporsteigen, wie z. B. in tropfbaren Flüssigkeiten jeder spezifisch leichtere Körper an die Oberfläche kommt.

Die Erfahrung mit dem archimedischen Prinzip verglichen, führt also zur Ueberzeugung, daß die Dichte der Gase in Gassäulen ungleich ist, und von unten nach oben abnimmt.

Zus. Das Wagemanometer (von Otto Guerike 1661 Fig. 39), ein Instrument, welches die Zu- und Abnahme der Dichte der Luft für einen und denselben Ort anzeigt, beruht auf dem archimedischen Prinzipe.

II. Kapitel.

Dieses Kapitel soll von den Gasen noch angeben:

1) die Erscheinungen, welche sich zeigen, wenn eines von zwei durch eine nicht dicke, bewegliche Scheidewand getrennten Gasen eine Aenderung der Dichte erleidet, und
2) die Hauptgesetze der Gasbewegungen im engern Sinne.

§. 1. Von den Hebern, Heronsbällen, Pumpen u. dgl.

1) Zwei Gase (d. h. nicht eben zweierlei), welche durch eine bewegliche — nicht sehr dicke — Scheidewand (z. B. von Wasser, Oel, Quecksilber...) von einander getrennt sind, werden so lange im Gleichgewichte stehen, als sie mit gleichen und entgegengesetzten Kräften auf die Scheidewand wirken; geschieht aber eine Veränderung in der Bewegungskraft des einen Gases, so wird zugleich eine entsprechende (ähnliche) Wirkung in dem andern sich zeigen.

2) In Rücksicht auf dieses Gesetz lassen sich erklären die Erscheinungen:

an den Hebern (Stechheber und gekrümmte Heber Fig. 35. a. b),
an den Heronsbällen (Fig. 36 und Fig. 38. m),
an den Pumpen (Fig. 37. a und b),
an einigen andern Instrumenten, und
an mehrern Spielwerkzeugen.

Taucht man einen Stechheber (Fig. 35. a) in eine Flüssigkeit und saugt an dem äußern Ende, so wird in dem Heber die Flüssigkeit aufsteigen; schließt man diese Oeffnung schnell, und zieht man das Instrument aus der Flüssigkeit, so wird

die im Gefäß enthaltene Flüssigkeit wegen des Gegendruckes der Luft bei der untern engen Oeffnung nicht ausfließen.

Spundloch, Deckel einer Thee-, Kaffee-, Milch-Kanne, magischer Trichter, Sieb der Vestalin, Oelkrug der Wittwe, ein mit Wasser gefülltes, mit der Oeffnung gegen den Boden gerichtetes Glas auf einem Teller, Commandobrunnen, Zirknitzer See, Storch und Schlange ꝛc.

Füllt man durch Saugen einen mit dem längern Theil in eine Flüssigkeit gehörig gebrachten Heber mit dieser Flüssigkeit, so wird letztere so lange ausgetragen, als der kürzere Theil des Hebers gehörig in der Flüssigkeit ist. Auf die äußere, tiefer liegende Mündung wirkt die kleinere, aufwärts gehende Resultirende, deßhalb muß die Flüssigkeit fallen.. Becher des Tantalus.

Ein Heronsball (nach Heron von Alexandrien) ist ein mit einer engen, offenen, bis an den Boden reichenden Röhre versehenes, übrigens aber luftdicht verschlossenes Gefäß (Fig. 36). Wenn in solchem die Luft auf irgend eine Weise comprimirt worden ist, so treibt der Druck, den sie auf die Oberfläche einer in dasselbe gebrachten Flüssigkeit ausübt, diese aus der Oeffnung in der Gestalt eines aufsteigenden Strahles. Heronsbrunnen, Wasserstoffzündmaschinen.

In den Saugpumpen (Fig. 37. a) steigt das Wasser, weil durch das Heben des Kolbens im Stiefel die Luft verdünnt wurde, und daß Ventil β in der Saugröhre von außen nach innen sich öffnete, während das Ventil γ in dem Kolben geschlossen ist. Dieses Kolbenventil öffnet sich, und das Ventil β schließt sich, wenn der Kolben abwärts gedrückt wird, wobei die unzusammendrückbare Flüssigkeit über den Kolben kommt.

In der Druckpumpe (Fig. 37. b) ist das Ventil γ an dem Grunde der Steigröhre. Es ist β offen und γ geschlossen, wenn der Kolben gehoben wird, und die Flüssigkeit wird durch

die drückende Luft in den Stiefel getrieben; wenn der Kolben abwärts geht, wird β geschlossen und γ sich öffnen.

Die sogenannte Feuerspritze (Fig. 38.) ist eine Verbindung von Druckpumpen (n und n^1) mit einem Heronsball (m), dem Windkessel.

Das Saugen, Trinken, Tabakrauchen... erklärt man auf ähnliche Weise, wie die Erscheinungen an den Pumpen.

Auf den sogenannten atmosphärischen Eisenbahnen wird von der Luft der Druck und die bewegende Kraft derselben auf eine bewegliche Scheidewand zweckmäßig benützt. Durch diese bewegende Kraft können nicht blos große Lasten über bedeutende Höhen hinauf gebracht werden, sondern sie ist auch den Reisenden nicht so gefahrdrohend, als die Dampfkraft.

§. 2. Hauptgesetze der Gasbewegungen im engern Sinne.

1) Die Ursache, welche in einer Luftmasse eine Bewegung hervorbringt, ist Aenderung der Expansivkraft, welche selbst wieder durch eine Aenderung der Dichte oder der Temperatur hervorgebracht wird. Dieses zeigt die Bewegung der Luft aus Blasbälgen, der Luftzug bei Feuersbrünsten, der Luftzug in Kaminen, der Luftwechsel im Winter beim Oeffnen erwärmter Gemächer u. s. w.

2) Auch die Gase haben Bewegung:

I. eine fortschreitende, und

II. eine Wellenbewegung (p. 145).

I. Fortschreitende Bewegung der Gase.

1) Bei verschiedenen Gasen verhalten sich die Ausflußgeschwindigkeiten in den leeren Raum, wie die Quadratwurzeln aus ihren Dichten.

Die Geschwindigkeit, mit welcher ein Gas in ein anderes einströmt, ist verschiedener Gründe wegen schwierig zu bestimmen.

2) Die Bewegung der Gase in Röhrenleitungen unterscheidet sich von jener bei tropfbaren Flüssigkeiten (p. 148) fast gar nicht.

Aërodynamisches Paradoxon.

3) Gase, welche sich fortschreitend bewegen, können mächtig genug sein, Körper, welche ihnen im Wege stehen, zur Bewegung anzuregen und zu bewegen. Sie werden daher vielmals als bewegende Kräfte benützt, wie z. B. in den Windmühlen (deutsche oder Bock-Mühle, holländische Mühle).

Zus. Wenn Luft aus einem Gefäße ausströmt, so sucht der Druck auf die der Ausflußöffnung gegenüberstehende Wand dieselbe fortzubewegen. Ist das Gefäß leicht nach der Richtung dieses Druckes beweglich, so kann man auch aus wirklich erfolgenden Bewegungen schließen, daß ein solcher Druck gewirkt habe. Beispiele geben: das Zurückstoßen der Kanonen und Gewehre beim Abfeuern, das Steigen der Raketen, das rotirende Bewegen der Schwärmer...

II. Wellenbewegung der Gase.

In den ausdehnsamen Flüssigkeiten ist eine Wellenbewegung so ohne allen Zweifel, wie in den tropfbaren (p. 149).

Von der Reflexion... der Wellen der feinsten Flüssigkeiten überzeugt die Akustik und die Optik.

II.

Von den Dünsten.

1) Diese Flüssigkeiten wurden eingetheilt (p. 23):
   a) in Dünste im engern Sinne, und
   b) in Dämpfe.

ad a.

Wenn man eine tropfbare Flüssigkeit (z. B. Wasser, Quecksilber, Aether...) in einem offenen Gefäße der freien Luft aussetzt, so vermindert sich solche immer mehr und mehr, und verschwindet (wohl die eine nach kürzerer, und die andere nach längerer Zeit) endlich ganz; man sagt: die tropfbare Flüssigkeit ist verdünstet oder ist in Dunst übergegangen.

Die Verdünstung geht meistens an der Oberfläche der Flüssigkeit vor sich.

Instrumente, mittelst welcher man die Mengen der verdünsteten Flüssigkeiten messen kann, heißen Atmometer (Atmidometer, Evaporatorien).

Die Quantität der in jedem Jahre aufsteigenden Dünste des Meeres beträgt mehr als 23000 Billionen Kubikfuß Wasser. Zu dieser Zahl hat man noch zu rechnen die Ausdünstung der Seeen, Flüsse, Thiere.... wenn man die von der Erde aufsteigenden Dünste bestimmen will.

Es ist mit Grund anzunehmen, daß jede tropfbare Flüssigkeit unter einem gewissen Temperaturgrad nimmermehr flüchtig sei.

Wärme steigert die Verdünstung, Kälte schwächt sie.

Jod (p. 61) ist flüchtig.

Als irrig hat sich die Meinung gezeigt, daß man, um tropfbare Flüssigkeiten gasförmig zu machen, eben so eines Auflösungs-

mittels (der Luft) bedürfe, wie z. B. Wasser nöthig ist, um feste Salze aufzulösen. Bei der Anwesenheit der Luft geht die Dunstbildung vielmehr langsamer vor sich.

ad b.

Wenn die Verdünstung bei einem bestimmten Wärmegrad auch im Innern einer tropfbar flüssigen Masse vor sich geht, so sagt man: die Flüssigkeit siedet. Die Dünste, welche durch das Sieden entstehen, sind Dämpfe.

Der bestimmte Wärmegrad, bei welchem eine Flüssigkeit siedet, hängt von ihrer Natur und von dem auf ihr lastenden Drucke ab. Oel, Wasser, Weingeist, Aether rc. kommen bei verschiedenen Temperaturgraden zum Sieden. Wasser unter dem Recipienten der Luftpumpe; Wasser im Pulshammer. Siedendes Wasser im Papin'schen Digestor (von Dionys Papin 1680 erfunden) kann Holz, Horn, Knochen, Elfenbein zerkochen. Nutzen der Deckel auf Gefäßen, in welchen durch Sieden Körper weich werden sollen.

Der Siedpunkt einer Flüssigkeit kann durch Verbindung mit einem andern Körper erhöht werden.

2) Die folgenden Zeilen werden nur kurz besprechen:

I. das Eigenthümliche der Dünste, und zwar:
  1) die Spannkraft und Dichte der Dünste, und
  2) die Hygrometrie; dann

II. die Anwendung oder Benützung der Dünste.

I. Kapitel.

§. 1. Von der Expansivkraft und Dichte der Dünste.

1) Die Bildung des Dunstes in einem geschlossenen (selbst im leeren) Raume geschieht bei jeder Temperatur nur so lange (wenn auch übergenug tropfbare Flüssigkeit vorhanden ist), bis diese ausdehnsame Flüssigkeit eine gewisse Dichte und Spannkraft erreicht hat.

Diese Größe (der Dichte und Expansion) hängt blos von der Natur und von der Temperatur ab, und kann bei derselben Flüssigkeit und Temperatur nicht gesteigert werden; man nennt sie deßhalb auch Maximum der Spannkraft und Dichte. Hat in einem Raum der dort befindliche Dunst das Maximum der Spannkraft erreicht, so sagt man: der Raum ist mit Dunst gesättiget. Thaupunkt.

Wenn der Raum, in welchem die Dunstbildung vor sich geht, nicht geschlossen ist, so kann die Dunstbildung lange währen, und schnell vor sich gehen, weil durch die bewegte Luft ein Theil des erzeugten Dunstes weggeführt wird.

Feuchte Wäsche trocknet daher z. B. viel bälder im Luftzuge, als bei ruhigem Wind, wenn die Temperatur dieselbe ist. Das Frösteln empfindet man an feuchten Stellen beim Luftzug viel stärker, als bei der Windstille. Wenn man einen Finger feucht macht, und die Hand in der Luft ausstreckt, so kann man leicht angeben, welche Richtung der herrschende Wind hat.

Für verschiedene Flüssigkeiten hat der Dunst bei derselben Temperatur eine verschiedene Spannkraft und Dichte, und zwar ist erstere desto größer, je leichter die Flüssigkeit siedet.

2) Dünste zeigen somit, daß sie nicht innerhalb so weiter Grenzen, als wie die Gase, an das Mariotte'sche Gesetz gebunden seien, und zwar:

1) sowohl in Hinsicht der Veränderung eines äußern Druckes,
2) als in Rücksicht der Veränderung der Temperatur.

ad 1.

Man denke sich in einem durch Quecksilber geschlossenen Gefäße Dünste unter irgend einem Druck (welcher zunächst durch das Quecksilber ausgeübt wird). Wird dieser Druck vergrößert, so kann mit der Volumenverminderung des Dunstes eine der Druckvergrößerung entsprechende Steigerung der Expansivkraft und der Dichte (nach dem Mariotte'schen Gesetze) werden; aber dieses dauert nur so lange, bis der abgesperrte Dunst das Maximum (der Spannkraft und Dichte) erreicht hat. Ist dieses Maximum erreicht, so folgt keine Steigerung weiter; es geht ein Theil in tropfbare Flüssigkeit über, und der Rest behält die Spannkraft und Dichte des Maximums.

ad 2.

Die Wirkung der Temperaturveränderung ist verschieden, je nachdem die Dünste

a) keine, oder
b) eine Communikation mit einer Flüssigkeit, aus der sie entstanden sind, noch haben.

ad a. Wenn ersteres der Fall ist, so bewirkt

α) jede Temperatursteigerung eine Erhöhung der Spannkraft — und zwar eine größere als im Verhältniß —, und

β) jede Temperaturherabsetzung erniedriget die Spannkraft nur so lange nach dem Mariotte'schen Gesetze, bis sie zu dem der Temperatur entsprechenden Maximum herabgekommen ist;

jedes weitere Fallen der Temperatur verursacht, daß ein Theil des Dunstes tropfbar wird, und der Rest behält das der Temperatur entsprechende Maximum der Expansion.

In einem ungleich erwärmten Raume nimmt der Dunst das dem niedern Wärmegrad entsprechende Maximum der Spannkraft an.

ad b. Wenn Dunst mit der Flüssigkeit, aus welcher er entstanden ist, in Communikation steht, so wird

α) jede Temperaturerhöhung neue Dünste bilden, und die Spannkraft aller bis zum Maximum gehen;

β) jede Temperaturverminderung mit Dunstniederschlag verbunden sich zeigen.

Bringt man in eine verdünstete Flüssigkeit einen Stoff, welcher sich in derselben auflöst, so wird dadurch gewöhnlich die Spannkraft der Dünste geringer.

Von diesem angeführten Verhalten der Dünste überzeugten sich (nach Dalton) durch Versuche die berühmtesten Physiker. Für die Wasserdünste, welche am fleißigsten beobachtet wurden (da sie den Physikern vom größten Interesse sein müssen), fand man die Spannkräfte (in Millim) bei den bestimmten Temperaturen (nach Celsius), wie sie nachfolgende Tafel angibt, (wobei man das von Prechtl angegebene (Fig. 40. c abgebildete) Instrument gebrauchen konnte):

Tempt. Grad.	E. in Mill.	Tempt. Grad.	E. in Mill.
— 20	1·333	21	18·317
— 15	1·879	22	19·447
— 10	2·631	23	20·577
— 5	3·660	24	21·805
0	5·059	25	23·090
1	5·393	26	24·452
2	5·748	27	25·881
3	6·123	28	27·390
4	6·523	29	29·045
5	6·947	30	30·643
6	7·396	35	40·404
7	7·871	40	52·998
8	8·375	45	68·751
9	8·909	50	88·743
10	9·475	55	113·710
11	10·074	60	144·660
12	10·707	65	182·710
13	11·378	70	229·070
14	12·087	75	285·070
15	12·837	80	352·080
16	13·630	85	431·71
17	14·468	90	525·28
18	15·353	95	634·27
19	16·288	100	760·00
20	17·314		

3) Nicht blos die Spannkraft, sondern auch die Dichte des Dunstes eines gegebenen Stoffes hat man auszumitteln gesucht. — Am wichtigsten ist wieder die Dichte des Wassers. Diese beträgt (nach Gay-Lussac's Versuchen) überhaupt den 0·625sten Theil von jener der atmosphärischen Luft bei derselben Temperatur und unter demselben Druck.

§. 2. Hygrometrie.

Ein Instrument, welches dazu dient, daß man angeben kann, wie viel Dunst in der atmosphärischen Luft ist, kann man Hygrometer nennen.

Die gegenwärtig gebrauchten Hygrometer lassen sich eintheilen:

1) in Hygrometer der frühern Zeit, und
2) „ „ „ neuern Zeit.

ad 1.

Einige Körper besitzen das Vermögen, das in der Luft im ausdehnsamen Zustande vorhandene Wasser zu absorbiren, und in den tropfbaren Zustand zurück zu bringen. Dieses Vermögen wirkt offenbar um so leichter, je näher die Dunsttheilchen in der Luft schon beisammen sind, d. h. je mehr Dünste in der Luft sind. Je leichter oder je reichlicher nun die Verdichtung durch hygrometrische Substanzen geschieht, desto mehr (schließt man) ist Dunst in der Luft

Solche Substanzen finden sich in der unorganischen und organischen Natur, aus welcher letzterer vorzüglich benützt wurden Granen von Rauhhaber, Granen von Erodiumarten, und von andern Samen, Hanffäden, Holz, Papier 2c...; dann Darmsaiten, Fischbeine, Federkiele, Blasen von Ratten, von Fischen, Haare....

Unter den Hygrometern, bei welchen die genannten hygrometrischen Substanzen angewendet wurden, verdient eine vorzügliche Erwähnung das mit meisterhaftem Fleiß construirte Haarhygrometer von Saussure (Fig. 40. a).

Keines aber der Hygrometer, in denen die sogenannten hygrometrischen Substanzen die Menge der vorhandenen Dünste angeben sollen, ist zuverläßig.

ad 2.

Die Hygrometer der neuern Zeit sind viel zuverläßiger, als die frühern, und bei ihrem Gebrauch stützt man sich auf die Sätze: Die vorhandenen Dünste können durch Erkaltung und Zugabe neuer Dünste auf das Maximum ihrer Spannkraft gebracht werden; das Maximum kann man aus der Tabelle der Spannkräfte entnehmen, und aus diesem Werthe und der zur Erreichung des Maximums der Spannkraft nöthigen Erkältung und Dunstzugabe läßt sich auf die wirkliche Spannkraft der vorhandenen Dünste schließen.

Höchst brauchbare Instrumente sind:

das Schwefelätherhygrometer von Daniell (Döbereiner und Körner), und

das Psychrometer von August.

Daniell's Hygrometer soll Fig 40. b abbilden. Man denke sich, A sei eine gläserne oder metallene, fein polirte und luftdicht geschlossene Kugel, in welcher etwas Schwefeläther und die Kugel eines empfindlichen Thermometers enthalten ist; mit dieser Kugel steht mittelst der zweimal rechtwinklig gebogenen Röhre M eine ähnliche, von außen mit feinem Musselin umgebene Kugel B in Verbindung. Beide Kugeln sammt

der Röhre sind luftleer gemacht, und enthalten nur Aether im tropfbaren und ausdehnsamen Zustande. — An dem Träger des Beschriebenen ist ein zweites Thermometer. — Befeuchtet man den Musselin mit Aether, so verdünstet dieser, wodurch nicht nur der umwickelten Kugel, sondern auch den eingeschlossenen Aetherdünsten so viel Wärme entzogen wird:

daß sich diese inneren Dünste niederschlagen,

daß neue Aetherdünste im ätherdunstfreien Raume entstehen, womit Abkühlung verbunden ist, und

daß ein Niederschlag der in der Atmosphäre sich befindenden Wasserdämpfe wird.

Gefrieren und Schwitzen der Fenster; Schwitzen der Wände in Waschlokalen und in mehrern Orten, in welchen feuchte Gegenstände getrocknet werden; Anlaufen glänzender Dinge (Gläser, polirter Metalle...), wenn sie von der Kälte in die Wärme kommen; Duftbelegung an Schlößern, Riegeln, Bändern .. der Thüre; Ausschlagen der äußern Seiten mancher Mauern im Anfange des Frühlings...

Die Differenz zwischen der Angabe des äußern Thermometers und des den Condensationspunkt anzeigenden innern gibt an, wie viel die Temperatur der Atmosphäre abnehmen müsse, damit sich ein Niederschlag der in ihr vorhandenen Dünste bilde, woraus der Feuchtigkeitszustand hervorgeht.

Das Mittel zwischen dem Thaupunkt und dem Punkte des Verschwindens des Niederschlages kann die wahre Thautemperatur sehr genau geben.

August's Psychrometer (Kältemesser) gründet sich darauf, daß Wasser desto schneller verdünstet, je trockner die

Luft ist, und daß in gleichem Maaße mit der Verdünstung die Erkältung zunimmt. — Dieses Instrument besteht aus zwei an einem Träger nahe bei einander angebrachten, empfindlichen, wohl correspondirenden Thermometern, von denen eines die Temperatur der Luft, das andere (von welchem die Kugel mit Musselin bekleidet ist) die Verdünstungstemperatur anzeigt, nachdem die Kugel derselben befeuchtet ist.

Aus der Differenz (=d) der Höhen in den zwei Thermometern, aus dem herrschenden Barometerstand (=b) und aus dem Maximum der Spannkraft der Dünste an dem Thermohygrometer (=M) findet man die gesuchte Spannkraft (=E). 69)

II. Kapitel.

Von den durch Siedhitze gebildeten Dünsten wird gebraucht:

theils ihre große Spannkraft,
theils ihr reicher Gehalt latenter Wärme.

§. 1. Anwendung der Spannkraft der Dämpfe.

1) Die Spannkraft der Dämpfe wird vorzüglich benützt zur Bewegung von Maschinen. — Jede Maschine, welche unmittelbar durch die Spannkraft des Dampfes in Bewegung gebracht wird, nennt man eine Dampfmaschine.

Die Erfindung der Dampfmaschinen ist in ihrer Art für die Menschen höchst wichtig, nicht anders wie die Erfindung der Buchdruckerkunst.

---

69) $E = M - 0{\cdot}00078\,bd$.

Tausende von Menschenhänden sind nicht mehr nöthig, Tausende von Zug- und Lastthieren sind ersetzt, wo Dampfmaschinen wirken.

Dampfmaschinen machen Schiffer unabhängig von Wind und Strömung, und drehen den Stein auf dem Stein in der Mühle, gleichgiltig, ob der Mühlbach versiegt und vertrocknet, oder bis auf den Grund gefroren ist; sie heben und bewegen jede Last mit Leichtigkeit und machen, daß wir jede Entfernung mit der Geschwindigkeit des Windes erreichen. — Vor wenigen Jahren hätten unsre Großväter diese Maschinen wenn nicht für etwas Dämonisches, doch für etwas Wundermächtiges angesehen: und wahrlich, — von vorhandener Wundermacht geben sie Zeugniß, nämlich von der Wundermacht des denkenden Menschen, welcher die Kräfte der Natur zu seinen Zwecken dienstbar macht.

Wenn es auch nicht ausgemacht ist, wen man für den Erfinder dieser Art mächtiger Kräftebenützung ansehen soll (ob Hero von Alexandrien, ob den englischen Kapitän Savery, oder ob Caus); so kann doch nicht geläugnet werden, daß nach Newcomen, welcher 1705 die in England und auf dem Continent vielfach verbreitete (durch den Knaben Humphry Potter zufällig mit der Einführung neuer Steuerung verbesserte), sogenannte atmosphärische Dampfmaschine zweckmäßig herstellte, Jakob Watt von 1763 angefangen alle wahrhaft großen und nützlichen Verbesserungen dieses mächtigen Triebwerks allein machte. Mit vollem Rechte können daher die guten, großartigen Dampfmaschinen Watt'sche Maschinen genannt werden.

2) Die gegenwärtig gewöhnlich gebrauchten Dampfmaschinen haben:

a) bald drei, } Hauptbestandtheile.
b) bald vier }

ad a.

Aus drei Hauptbestandtheilen, nämlich:

aus einem Kessel, } bestehen die sogenannten Hochdruckmaschinen,
" " Cylinder, und }
" " Kolben }

bei welchen (da der ausgediente Dampf in's Freie geht) der arbeitende Dampf eine Expansion von 2 bis 3 Atmosphären (p. 154) haben muß.

Im Kessel (Dampfkessel) wird mittelst Hitze Dampf erzeugt, welcher von da in den sogenannten Dampfcylinder gelangt, und auf den in diesem befindlichen, luftdicht schließenden, aber zugleich beweglichen Kolben drückt, und ihn vor sich hin bis zu einer bestimmten Grenze treibt. — Ist dieses geschehen, so wird der wirksam gewesene Dampf in das Freie gelassen, und ein anderer auf die entgegengesetzte Seite des Kolbens geleitet, damit er diesen wieder zurück bewegt. Auch der neue wird, sobald er seinen Dienst gethan hat, in's Freie gelassen. Das Hin- und Herbewegen des Kolbens kann von neuem beginnen und sich oft wiederholen.

ad b.

Die Maschinen mit vier Hauptbestandtheilen heißen Condensationsmaschinen. In diesen ist nämlich mit angegebenen drei Hauptbestandtheilen der Hochdruckmaschinen noch ein Behälter (Condensator) verbunden, worin der ausgediente Dampf zu Wasser condensirt wird. Hiedurch entsteht auf der einen Seite des Kolbens gleichsam leerer Raum, und es kann Dampf von geringer Spannkraft (von 1·5 Atmosphäre) arbeiten. Diese heißen deßhalb auch Niederdruckmaschinen.

Wenn der Kolben nicht nach beiden entgegengesetzten Richtungen durch den Dampf getrieben wird, so heißt die Maschine einfach wirkende. Wie an den Condensationsmaschinen, so auch an den Hochdruckmaschinen sind mannigfache Nebenbestandtheile.

3) Die Dampfmaschinen lassen sich eintheilen:
1) in feststehende (Fig. 41.), und
2) in selbstbewegliche, und zwar:
in Schiffsdampfmaschinen, und
in Wagendampfmaschinen.

ad 1.

Beschreibung einer doppelt wirkenden, stehenden Dampfmaschine nach dem Systeme von Watt.

Aus dem Dampfkessel A geht der durch das Feuer in M entwickelte Dampf in das Dampfrohr RR und gelangt von da in den Raum n, n, n, welcher den hohlen Schieber mm umgibt. Dieser Schieber kann durch die Stange bei u, welche mit dem Winkelhebel NN in Verbindung steht, auf und nieder bewegt werden. Der Schieber mm ist oben und unten offen, kann aber so genau an die Wände des Raumes n, n, n angeschlossen werden, daß der Raum über und unter seinen beiden Enden in keinerlei Verbindung mit n, n, n steht.

Bei der in der Figur abgebildeten Stellung des Schiebers geht der Dampf aus n, n, n durch die Oeffnung 1 in den Dampfcylinder BB über den Kolben C, und drückt diesen herab; die unter C befindliche ausdehnsame Flüssigkeit entweicht durch die Oeffnung 2 und geht durch den Kanal 3, 4 in den Condensator D. Wird durch die Stange bei u der Schieber mm herabgeführt, so kommt der Raum n, n, n in Verbindung mit der Oeffnung 2, und der Dampf, welcher unter dem Kolben wirkt, drückt diesen aufwärts.

Der Dampf über C, welcher seinen Dienst verrichtet hat, geht durch die Oeffnung 1 und das obere offene Ende von mm durch diesen hohlen Schieber und den Kanal 3, 4 in den Condensator. Durch öftere hin- und hergehende Bewegungen des Kolbens C wird die Kolbenstange CP (welche durch das verschiebbare Parallelogram OO in derselben Richtung erhalten wird) dem Balancier S, S Bewegungen mittheilen. Dieser bewegt die Stange WT, und wirkt dadurch auf die Kurbel TG des Schwungrades E, E, E. Die Kraft des bewegten Schwungrades wird auf die mannigfaltigste Weise benützt. —

Durch die Luftpumpe H wird der Condensator D, welcher wie H bis ww im kalten Wasser steht, luftleer gemacht. Die Röhre aa kann durch ob geöffnet werden. Geht der Kolben C herab, so treibt er die unter ihm befindliche Luft durch 2, 3, 4 und aa hinaus. Schließt man aa, und geht C in die Höhe, so wird auch der Kolben in H gehoben. Die Luft in D dringt durch 7, 8 in den leeren Raum H, und wird hier verdünnt. Geht der Kolben in H herab mit C, so wird die Luft, weil die Klappe bei 7 sich geschlossen hat, durch die Klappen 9, 9 entweichen. In den auf diese Weise luftleer gemachten Raum D läßt man durch aa mittelst des äußern Luftdruckes Wasser eintreiben, welches den ausgedienten Dampf, der aus dem Cylinder kommt, condensirt. Das durch Condensation entstandene warme Wasser wird, wie früher die Luft, hinweggeschafft nach H, von wo es nach L gelangt, und durch die Oeffnung bei L zum Theil abfließt, zum Theil aber in die Speisepumpe k und darnach in den Windkessel F kommt. Von dem Windkessel wird es durch die Speiseröhre f, f, f nach e, d über den Kessel gebracht. Hier angelangt geht es entweder durch die Oeffnung d in den Kessel, oder durch vv in das Freie. Ist nämlich das Wasser in dem Kessel gesunken, so mußte auch der Schwimmer b sinken, und zugleich wurde ce gehoben; dabei wurde d geöffnet und e geschlossen, und das Wasser

kam durch x in den Kessel. Steigt das Wasser in dem Kessel, so wird durch Hebelwirkung x und d geschlossen, dagegen e geöffnet, so daß das Wasser durch vv in das Freie abgehen kann.

Die Bewegung des Schiebers mm, dessen Mechanismus Steuerung heißt, wird so bewirkt: Die Schubstange YZ wird hin und herbewegt, sobald als die mit der Achse des Schwungrades (mit dem Centrum G) excentrisch verbundene Scheibe (mit dem Mittelpunkt U) durch das Schwungrad bewegt wird, weil sie mit einem um die excentrische Scheibe liegenden, losen Ring verbunden ist; der mit der hin und hergehenden Stange YZ verbundene Winkelhebel NN bewegt die Stange bei u, also auch den Schieber mm auf und ab.

Die Pumpe (Kaltwasserpumpe) X versorgt den Condensator überflüssig mit kaltem Wasser zum Einspritzen durch aa.

Die Maschine sucht sich nicht blos durch Benützung des Windkessels, der Steuerung und der Kaltwasserpumpe in Bewegung zu erhalten, sondern sie regulirt auch ihre Bewegung zu einer aus ihr verlangten Nutzbringung, wenn sie mit einem Regulator QQ' versehen ist.

Man denke sich auf der Achse des Schwungrades ein gezähntes Rad, dessen Zähne in ein horizontales conisches Rädchen tt eingreifen. Je schneller sich dieses Rädchen durch Einwirkung des Schwungrads bewegt, desto mehr werden die Kugeln (durch ein verschiebbares Parallelogramm mit der Achse des Rädchens verbunden) sich von einander zu entfernen streben, und desto höher wird y steigen. Beim Steigen von y wird durch den Winkelhebel ygp die Stange pp in der Richtung der Pfeile bewegt. Hiedurch wird kl niedergedrückt und durch die Klappe rr das Dampfrohr theilweise geschlossen, was zur Folge haben wird, daß der Cylinder seine Bewegungen langsamer macht. Geht die Bewegung des Schwungrads zu lang-

sam, so sinkt y herab, kl wird gehoben, rr wird mehr Dampf durch RR eintreten lassen, und der Kolben C wird eine größere Geschwindigkeit annehmen.

Damit die Mächtigkeit der Spannkraft des Dampfes, welche durch Temperatur sehr erhöht werden kann, die Maschinen nicht zertrümmere, so sind sogenannte Sicherheitsventile an denselben angebracht. Ein solches ist dargestellt in der Oeffnung q, die mit einem Gewichte geschlossen ist, welches eine zu große Spannkraft öffnen kann.

ad 2.

Beschreibung solcher Dampfmaschinen, welche sich selber fortbewegen.

I. Kurze Beschreibung einer Schiffsdampfmaschine.

Die Schiffsdampfmaschinen sind gewöhnlich (bei seichtem Gang des Schiffes nicht) Niederdruckmaschinen, selten ohne Balancier.

Es zeigt Fig. 42. eine solche Maschine, und zwar:

a) im Aufrisse oder von der Seite, und

b) im Grundrisse.

A ist der Dampfcylinder mit seinem Kolben, dessen Stange mit einer Querstange nn und durch diese mit einer den Balancier verbindenden Stange verbunden ist. Der Balancier wirkt mittelst der Triebstange auf die Kurbel des Hauptgrindels und so mittelbar auf die das Schiff bewegenden Schaufelräder, von denen nur der untere Theil in das Wasser eingetaucht sein darf. — Die Gabelstange, verbunden mit der excentrischen Scheibe, an der Achse aa bewegt das Schieberventil.

Meistens stehen auf einem Schiff zwei solcher Maschinen, die aus einem und demselben Kessel Dampf erhalten.

In Maschinen ohne Balancier steht der Cylinder schräge zu 20 bis 25 Grad geneigt.

II. Beschreibung einer Wagendampfmaschine.

Die Wagendampfmaschinen, vorzugsweise Locomotive genannt, sind immer Hochdruckmaschinen mit doppelter Wirkung.

Es zeigt Fig. 43. eine solche Maschine, und zwar:

a) von der Seite, und

b) von Vorne gesehen.

Die zwei mittlern größern von den sechs Rädern, auf welchen das Lokomotiv ruht, sind die Triebräder, von welchen jedes durch eine eigene, auf der Seite des Rades befindliche Maschine um die Achse bewegt wird. Diese Bewegung geschieht auf folgende Weise: A ist der Feuerkasten mit dem unten angebrachten Roste, in welchen das Brennmaterial durch die Oeffnung a gebracht wird. Vom Feuerraume A streicht die erhitzte Luft durch viele horizontale Röhren (deren Oeffnungen von der vordern Seite der Maschine Fig. 43. b abgebildet sind), und kommt nach D. und von da durch den Schornstein in die Höhe. Diese horizontalen Röhren gehen durch einen Raum, welcher wie die Umgebung des Feuers mit Wasser gefüllt ist. Die Dämpfe, welche sich (da eine sehr große Fläche erwärmt wird) schnell bilden, sammeln sich in B und C (Dom), und werden durch c, c (Fig. 43, a) und dd¹ (Fig. 43, b) in den Cylinder F geführt, wo sie bald vor, bald hinter den Kolben eintreten, und diesen somit vorwärts und rückwärts bewegen. Mit dem Kolben wird die Kolbenstange, und mit dieser die Kurbelstange eines jeden Triebrades bewegt. Es erfolgt hiebei durch jeden Hin- und Hergang des Kolbens eine ganze Umdrehung des Rades. —

Der ausgediente Dampf geht durch die Röhren pq in den Schornstein, wo er die Luft verdünnt und den Luftzug für die Feuerung befördert.

Ein Lokomotiv kann vorwärts und rückwärts bewegt werden. Dieses wird vermittelt durch eine gabelförmige Vorrichtung, welche beim Triebrad ist, und durch den Hebel N in der Lage verändert wird.

Die Reibung der Triebräder auf den Schienen.

Sicherheitsventile; Pfeifchen zum Signalgeben.

4) Der Effekt, welchen eine Dampfmaschine hervorzubringen im Stande ist (= die Kraft der Maschine), hängt von der Menge des Wasserdampfes ab, welcher in einer gegebenen Zeit im Kessel gebildet wird. Um den wahren Nutzeffekt zu erfahren, müssen nach Berechnungen die Bewegungshindernisse und die Nebenlasten der Maschine berücksichtigt werden.

Der Nutzeffekt beträgt selten mehr als $\frac{2}{3}$ des Gesammteffektes.

Die Kraft der Dampfmaschinen wird gewöhnlich nach Pferdekräften bestimmt, und man versteht unter einer Pferdekraft eine Kraft, durch welche 750 Kilogrammen in einer Sekunde ein Decimeter hoch gehoben werden können.

Man wisse, daß kaum vier physische Pferde den Effekt hervorbringen können, welchen das in der Rechnung mechanische einzelne bewirken soll.

§. 2. Anwendung des Wärmegehalts der Dämpfe.

Wie die Spannkraft, so benützt man auch die an Dämpfe gebundene Wärme vielmals, z. B. zu Destillationsprozessen, um Flüssigkeiten zu erhitzen, und vorzüglich auch um Gemächer zu erwärmen.

Zum Erhitzen von Flüssigkeiten, wie zum Erwärmen von Gemächern durch Dampf wird der in einem Kessel gebildete Dampf durch metallene Röhren in die Gegenstände geleitet, welche in der Temperatur steigen sollen.

Dieses Erhitzen und Erwärmen ist möglich, weil sich die Wärme mittheilt (p. 20). 70)

Die Erwärmung von Gemächern mittelst Dampf und Luftheitzung nach Meißner sind verschieden.

---

70) Für die Ausgleichung bei dieser Mittheilung können die allgemein geltenden Formeln genommen werden, nämlich:

$$\frac{S_1}{S} = \frac{P(T-t)}{P_1(t-T_1)}, \text{ und } t = \frac{P.T.S + P_1 T_1 S_1}{PS + P_1 S_1},$$

worin von den zu erwärmenden und den erwärmenden Theil (für welche t die Gleichgewichtstemperatur anzeigt) die Gewichte P und P_1, die spezifischen Wärmen S und S_1, und die Temperaturen T und T_1 sind.

II. Unterabtheilung.

Akustik.

1) Elastische Körper (feste und ausdehnsam flüssige) können oscillirende Bewegungen machen, durch welche der Gehörsinn affizirt wird.

Je elastischer ein fester, und je expansiver ein gasförmiger Körper ist, desto mehr eignen sich seine Theile zu pendulirenden Bewegungen.

Alle Mittel, welche solche oscillirende Bewegungen hervorbringen, lassen sich auf Stösse reduziren. Solche Stösse können dann z. B. gemacht werden durch Stäbe oder Peitschen (welche man schnell durch die Luft führt), von Insekten (welche ihre Flügel rasch bewegen), durch Gasarten (welche angezündet ihr Volumen verkleinern), durch Abkühlen heißer Körper....

Der Arten solcher Bewegungen oder Schwingungen hat man drei:

1) Transversal- oder Querschwingungen,
2) Longitudinal- oder Längenschwingungen, und
3) drehende Schwingungen.

2) Die Lehre von diesen vibrirenden Bewegungen ist Akustik (von ἀκούω = ich höre); eine den Gehörsinn akustisch affizirende Ursache ist ein Schall.

Es gibt verschiedene Arten des Schalls, welche meistens onomatopoëtische Namen haben, nämlich: Donner, Gebrause, Gedröhn,

Geklatsch, Gekrach, Getöse, Klang, Klappern, Knall, Knarren, Knistern, Lärmen, Murmeln, Pochen, Poltern, Rasseln, Rauschen, Rollen, Zischen....

3) Jeder Schall hat einen eigenthümlichen Charakter, welcher bestimmt wird:

I. durch eine gewisse Quantität, und
II. durch eine gewisse Qualität.

ad I.

Wo die Quantität irgend einer Art von Schall berücksichtiget wird, da ist in's Auge gefaßt:

die Stärke des Schalls, und
die Höhe oder Tiefe, d. i. der Ton desselben.

ad II.

Die Qualität einer jeden Art von Schall läßt sich nicht näher beschreiben, die Eigenthümlichkeit aber, wodurch sich eine von der andern unterscheidet, macht das Qualitative. Z. B. die Eigenthümlichkeit, wodurch die Stimme eines Menschen von dem Schalle eines Instrumentes sich unterscheidet, macht das Qualitative der Menschenstimme; oder die Eigenthümlichkeit, wodurch der Schall einer Trompete von dem einer Trommel sich unterscheidet, gibt das Qualitative der Trompete und vv das der Trommel.

Den qualitativen Charakter des Schalles nennt man entweder (mit Chladni) den Laut, oder mit andern Physikern den Klang des Schalles.

Will man einen Schall Klang nennen, so muß er in seinen Theilen schon als etwas Geregeltes erscheinen; von einem Wasser-

fall z. B. sagt Niemand, daß er klinge, sondern man sagt vielmehr, daß er ein Geräusch mache.

I. Kapitel.

Von der Quantität des Schalles.

I. Artikel. Von der Stärke des Schalles.

Die Stärke des Schalles ist abhängig:

1) von der Beschaffenheit und Bewegung des schallenden Körpers,
2) von der Natur des schallfortpflanzenden Körpers, und
3) von der Lage des Hörenden.

§. 1. Abhängigkeit der Stärke des Schalls von der Beschaffenheit und Bewegung des schallenden Körpers.

I. Nicht nur die Elastizität eines Körpers (z. B. die des Glases und des Bleies) bedingt die Schallstärke, sondern auch die Form; ein Glasklumpen z. B. und eine Glasglocke werden nach erhaltenen Stößen das Gehör verschieden stark affiziren.

II. Ein Schall zeigt um so mehr Stärke,

je mehr Theile des schallenden Körpers zugleich schwingen (vergleiche man den Ton einer Glocke und den einer Stimmgabel, den Donner einer Kanone und den Knall einer Flinte);

je schneller die Schwingungen geschehen (man vergleiche hohe und tiefe Töne), und

je größer die Exkursionen sind (man vergleiche die Töne an Streichinstrumenten beim stärkern und schwächern Aufdrücken des Bogens).

§. 2. Abhängigkeit der Stärke des Schalles von der Natur des schallfortpflanzenden Körpers.

1) Die atmosphärische Luft ist zwar am gewöhnlichsten, aber nicht nur nicht allein, sondern auch nicht am besten Mittel, durch welches der Schall fortgepflanzt wird.

Es können alle Körper (die festen und tropfbar flüssigen, ja sogar die Dünste) den Schall fortpflanzen, wie aus vielen Beispielen nachgewiesen werden kann.

Wenn man das Ohr an das eine Ende eines langen Balkens legt, so hört man das Ticken einer auf das andere Ende gelegten Taschenuhr fast so deutlich, als wenn die Uhr an das Ohr gehalten wird. Glockengeläute oder Kanonaden aus bedeutenden Entfernungen, welche zu dem Gehörorgan durch die atmosphärische Luft nicht wirken, kann man hören, wenn man das Ohr (wie einige wilde Völker thun, welche die Fußtritte herannahender Feinde belauschen wollen) an den Boden hält. Fische folgen dem Klang einer Glocke, welche außer dem Wasser in der Nähe ihres Aufenthaltes angeschlagen wird.

Das Zusammenschlagen zweier Steine, welche außer dem Wasser schallen, oder den Schlag an eine unter dem Wasser befindliche Glocke kann man deutlich hören, wenn auf sie unter dem Wasser ein Stoß wirkt....

Daß aber Materiales als Schallmittel vorhanden sein müsse zur Fortpflanzung des Schalles, kann durch einen Versuch mit der Luftpumpe nachgewiesen werden. Man bedient sich hiebei eines Schlagwerkes, welches man unter den Rezipienten einer Luftpumpe bringt, aus welchem die Luft ausgepumpt wird. Man sorge, daß nicht durch den Teller der Schall geleitet werde.

2) Fortpflanzen kann sich ein Schall in einigen Körpern in kürzerer, und in andern in längerer Zeit.

Für die Fortpflanzung in der atmosphärischen Luft beträgt die Geschwindigkeit nach Benzenberg bei 0° R. 1027 Par. d. i. 1143·05 Bayerische Fuß.

Hiebei zeigen sich noch folgende Gesetze:

die Geschwindigkeit des Schalls ist gleichförmig;

ein starker und ein schwacher Schall pflanzen sich gleich schnell fort;

die Temperatur der Luft und die Richtung des Windes können die Geschwindigkeit erhöhen oder verringern.

Sieht man von einer Ferne einen Holzspalter arbeiten, oder ein Geschütz abfeuern, so bemerkt man das Fallen der Axt oder das Feuer von dem Pulver viel früher, als man den Schlag oder den Knall wahrnimmt, weil das Licht (welches, wie astronomische Beobachtungen zeigen, in einer Sekunde achtmal um den Erdball sich bewegen könnte) augenblicklich auf das Auge wirkt. Diese Thatsache bringt nicht blos die Ueberzeugung, daß der Schall eine Zeit zur Fortpflanzung brauche, sondern führt auch zu einer Methode, nach welcher man die Geschwindigkeit des Schalls in der atmosphärischen Luft messen kann.

Es seien **A** und **B** zwei Anhöhen, welche in bedeutender aber bekannter Entfernung so von einander liegen, daß man auf dem Gipfel der einen den der andern sehen kann. Es befinde sich auf **A** eine Kanone, welche gegen **B** zu bestimmten Zeiten abgefeuert wird; und in **B** ist ein Beobachter mit guten Instrumenten, vorzüglich mit einer Sekundenuhr versehen. Bemerkt der Beobachter genau die Zeit, welche verschwindet zwischen dem Erscheinen des Lichtes und

der Schallwirkung auf B von der auf A abgefeuerten Kanone, so darf er nur noch die bekannte Distanz von A zu B durch die bemerkte Zeit theilen, und die Geschwindigkeit des Schalls ist gefunden. Weil die Wirkung des Windes die Schallgeschwindigkeit ändern kann, so soll man sowohl in B als in A Kanonen abfeuern, und natürlich auch in A wie in B beobachten. Das Mittel der zwei verschiedenen Resultate wird der Wahrheit näher sein, als jedes einzelne Resultat.

In Wasser soll die Geschwindigkeit des Schalls das Vierfache, und im Eisen mehr als das Zehnfache von der Luft betragen.

Nach Chladni ist die Schallgeschwindigkeit:

in Zinn $7\frac{1}{2}$ mal,	in gebrannten Thon 10—22 mal,
in Silber 9 mal,	in verschiedenen Hölzern 11—17 mal,
in Kupfer 12 mal,	in Glas 17 mal

größer, als in der Luft.

Aus der Zahl der Pulsschläge in der Zeit zwischen den Wahrnehmungen des Blitzes und des Donners kann man beiläufig die Entfernung eines Gewitters bestimmen. Man nimmt ungefähr an, daß der Schall in der atmosphärischen Luft in der Zeit von einem Pulsschlag zum andern 1000 Fuß mache, daß somit, wenn 25 Pulsschläge geschehen, vom Erscheinen des Blitzes bis zum dazugerechneten Donner ein Gewitter eine Meile entfernt sei.

3) Man ist daran gewöhnt, sich vorzustellen, es werde durch die oscillirende Bewegung von der Schallquelle bis zum Gehörorgan eine gerade Linie durchlaufen, und man nennt diese Linie Schallstrahl; will man aber von der Fortpflanzungsart des Schalles eine richtige Ansicht haben, so stelle man sich vor, die Wellenbewegungen geschehen von einem

Punkte aus nach allen Richtungen hin, wie die Radien einer Kugel vom Centrum auslaufen. Aus dieser Vorstellung erklärt man leicht das Gesetz, daß die Intensitäten des Schalles abnehmen, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen. [71])

4) Die Schallwellen können beim Fortschreiten an Mittel kommen, von welchen sie zurückgeworfen (reflektirt) werden.

Man hat zu unterscheiden:

a) von der unregelmäßigen

b) die regelmäßige Reflexion.

ad a.

Durch die unregelmäßige Reflexion, welche geschieht, wenn die reflektirende Grenze der Schallmittel unregelmäßige Erhöhungen und Vertiefungen hat, wird eine wirksame Welle in ihre Elementarwellen zerlegt, und jeder einfallende Strahl in sehr viele nach verschiedenen Richtungen gehende zersplittert, daher also unwirksam.

Wenig elastische oder auch weiche Körper können die Schallschwingungen stören, schwächen oder dämpfen. Davon kann man sich überzeugen in Zimmern, welche einmal leer, dann mit Einrichtungen bestellt sind, oder in denen die Wände einmal getäfelt, dann mit Tuchtapeten behangen sind.

---

[71]) D. i. $I : i = d^2 : D^2 = P : p$.

ad b.

Die regelmäßige Reflexion tritt ein, wenn die Grenze der Schallmittel eine Ebene oder eine regelmäßig gekrümmte Fläche ist, z. B. eine Kugelkrümmung, eine parabolische, oder eine elliptische Höhlung. In ihr ist der Einfallswinkel gleich dem Reflexionswinkel [72]); daher können die reflektirten Wellen wirksam werden.

Das reflektirende Mittel kann mannigfaltiges Material sein; es können z. B. den Schall zurückwerfen: Mauern (Nischen in einem Gebäude, Sprachgewölbe, Peterskirche in Rom, Paulskirche in London), Metall (Hohlspiegel), Felsen (Ohr des Tyrann Dionysius von Syrakus), Bäume im Walde (durch welche leicht Irrungen geschehen), Flüssigkeiten (Wolken, welche das Rollen des Donners verlängern)....

Durch die regelmäßige Zurückwerfung der Schallstrahlen ist begründet:

α) das Echo oder der Wiederhall, und
β) der Nachhall.

---

[72]) D. i. Fig. 44, a ADC = BDC, worin MN den Durchschnitt einer Ebene, AD den einfallenden, BD den reflektirten Strahl vorstellt, und CD eine senkrechte Linie auf MN ist, oder

Fig. 44, b ADC = BDC, worin MN eine regelmäßige Krümmung, CD ein Radius, AD der einfallende Strahl, und BD der reflektirte Strahl ist.

ad α.

Ein im Orte der Schallquelle deutlich vernehmbarer, reflektirter Schall heißt Echo oder Wiederhall. Die Erfahrung zeigt, daß das Gehörorgan des Menschen in einer Sekunde neun Laute vollkommen deutlich vernehmen und von einander unterscheiden kann; daher kann nur von einem Gegenstand, welcher von der Schallquelle (1143 : 9 × 2 =) 63·5 Fuß entfernt ist, ein Echo entstehen.

Man hat verschiedene Arten von Wiederhall, je nachdem (durch ein Echo)

eine oder
einige Silben, und solche
nur einmal, oder
auch mehrmal wiederholt werden.

Beträgt die Entfernung der Schallquelle von dem reflektirenden Gegenstand (63·5 × 2 =) 127 Fuß, so ist ein zweisilbiges, (63·5 × 3 =) 190·5 ein dreisilbiges.... Echo möglich.

Berühmt sind folgende einsilbige Echo: Das zwischen Koblenz und Bingen an den Ufern des Rheins, welches ein einsilbiges Wort siebenzehnmal wiederholt; eines auf der Villa Simonetta nicht weit von Mailand, welches die letzte Silbe eines laut gesprochenen Wortes vierzigmal, und einen Pistolenschuß sogar sechzigmal wiederholen soll; eines zu Kassel in der Mitte des Königsplatzes, welches neunmal den ersten Schall wiedergibt....

Mehrsilbige mehrfache Echo, welche vielmals zur Unterhaltung dienen, sind: Das (siebensilbige dreifache) bei Abersbach in Böhmen; das bei der St. Georgenabtei zu Rouen; das in Schottland in der Nähe des Landguts Rosneath; das bei Verdün... Am Grabmahle der Metella, Gemahlin

des Crassus, soll ein Echo den ersten Vers der Aeneide: „Arma virumque cano, Trojae qui primus ab oris“ wiederholt haben.

ad β.

Wenn der reflektirende Gegenstand der Schallquelle näher ist, als daß ein Echo entstehen könnte, so wird durch den reflektirenden Strahl bewirkt:

entweder eine Verlängerung des ursprünglichen Strahls — ein Nachhall —,
oder eine Verstärkung.

Ein Nachhall wirkt vielmals unangenehm und störend.

Baudirektoren sollen Lokale, in denen Vorträge zu halten sind, akustisch bauen.

5) Eine Schallwelle kann durch eine andere mit ihr zusammentreffende unterbrochen oder vergrößert werden; dieses Aufeinanderwirken der Schallwellen heißt Interferenz der Fortpflanzung des Schalles.

Schwingungsknoten.

§. 3. Abhängigkeit der Stärke des Schalles von der Lage des Hörenden, vom Sprachrohr und vom Communikationsrohr.

In dem vorhergehenden Paragraph unter Nr. 3 ist schon angegeben worden, daß die Schallstärke mit der Zunahme der Distanz von der Schallquelle gesetzmäßig abnehme. Hier muß nur noch bemerkt werden, daß die Kunst einen Schall in solche Umstände zu bringen weiß, daß er sich ohne merklichen Verlust von Stärke sehr weit fortzupflanzen vermag. Dieses

bewirkt man durch das Sprachrohr und das Communikations-Rohr (Flüsterrohr).

Das Sprachrohr (von Samuel Marlend 1670 erfunden) ist gewöhnlich eine einem abgestumpften Kegel ähnliche Röhre, welche an der engern Oeffnung ein Mundstück hat. Mittels eines solchen Instrumentes soll eine Männerstimme bis auf 18000 Fuß deutlich vernehmbar gemacht werden können. Benützt wird dieses Instrument auf Thürmen und auf Schiffen.

Wenn man durch die röhrenförmig zusammengelegten, an den Mund gesetzten Hände ruft oder pfeift..., so ersetzt man sich ein Sprachrohr. Die Hände müssen dabei den Schallstrahl verstärken, indem sie die Zerstreuung verhüten und in eine bestimmte Richtung leiten.

Das Communikationsrohr hat in seiner ganzen Länge einen gleichen Querdurchmesser. Durch ein solches (gut construirtes) werden die an einem Ende erregten Schallwellen in bedeutende Längen fortgepflanzt (weil sie sich nicht erweitern können), ohne an Intensität bedeutend zu verlieren.

Ihrer bedient man sich auf Schiffen, in zimmerreichen Gebäuden 2c.

Die sogenannten wahrsagenden Türken und die unsichtbare Frau haben ihre Zauberkraft in den Communikationsröhren.

II. Artikel. Von der Höhe und Tiefe des Schalles.

1) Ein Schall, welcher durch regelmäßige Oscillation erzeugt, und durch regelmäßig aufeinander folgende, einander gleiche Wellen fortgepflanzt wird, heißt Ton.

Zwei mit einander erzeugte Töne machen, wenn sie angenehm zusammen klingen, eine Consonanz, wenn unangenehm, eine Dissonanz. — Drei oder mehrere consonirende Töne geben einen Accord. — Eine geregelte Aufeinanderfolge einzelner Töne nennt man Melodie; eine solche Folge von Accorden heißt Harmonie.

2) Je mehr regelmäßige Schwingungen (also auch Stöße) ein ein Schallmittel erschütternder Körper in einer gewissen Zeit vollbringt, desto höher ist sein Ton, und v. v. je weniger Schwingungen er macht, desto tiefer ist sein Ton.

Man kann noch nicht angeben, welches die wahren Grenzen der Wahrnehmbarkeit der höchsten und tiefsten Töne sind. Nach Savart kann das Gehörorgan des Menschen alle Töne hören und von einander unterscheiden, welche durch 7 Schwg. bis 24000 Schwingungen in einer Sekunde erzeugt werden.

3) Man hat ganz natürlich zur Bestimmung der Höhe und Tiefe eines Tones die demselben entsprechende Anzahl der Schwingungen, welche während einer bestimmten Zeit (einer Sekunde) geschehen, als Maaß angenommen.

Tonhöhe, und zwar absolute Tonhöhe ist also eine Zahl (N), welche angibt, wie viel Schwingungen ein Ton in einer Sekunde macht; durch Vergleich zweier absoluter Tonhöhen kommt man zur relativen Höhe des einen Tons in Rücksicht auf den andern. Der Ton, auf welchen man einen andern bezieht, heißt Grundton.

Grundton ist gewöhnlich der tiefere von denen, die miteinander verglichen werden. Ist daher die Größe des Grundtons N:N = 1, so ist die Größe eines jeden andern Tones N:N größer als 1.

4) Wenn mehrere Töne in gewissen Reihen aufeinander folgend auf ein menschliches Gehörorgan wirken, so können sie solchem besonders zusagend werden. Die Musik hat von solchen Reihen, Skalen oder Tonleiter genannt, zwei Arten:

einfache, und

nicht einfache.

§. 1. Einfache Skala oder einfache Tonleiter.

1) Hat man einen Ton als Grundton angenommen, schreitet von diesem auf andere fort, so wird nach sechs Zwischentönen einer so klingen, daß, wenn er und der Grundton zusammen erklingen, nur ein Ton zu tönen scheint. — Wenn man daher die Töne noch weiter fortschreiten läßt, so sagt man, die Tonreihe beginne mit diesem Ton von neuem.

2) Diese Tonleiter hat also sieben Stufen, von welchen die Namen sind: Grundton (tonica prima), Sekund, Terz, Quart, Quint, Sext, Sept. Mit der Oktav beginnt die Leiter von neuem. Die Terz kann mit dem Grundton in zweierlei Verhältnissen stehen, in Rücksicht welcher sie bald große, bald kleine Terz heißt. Daher hat man:

α) eine harte, und

β) eine weiche Skala.

Folgend sind für den Grundton C

I. die Zeichen, und } der Glieder dieser
II. die relativen Werthe } Skalen.

ad α. Harte Skala.

I. C, D, E, F, G, A, H, c.

II. 1, $\frac{9}{8}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{3}$, $\frac{15}{8}$, 2.

ad β. Weiche Skala.

I. C, D, Es, F, G, A, H, c.

II. 1, $\frac{9}{8}$, $\frac{6}{5}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{3}$, $\frac{5}{8}$, 2.

Das Verhältniß der Schwingungszahlen zweier Töne nennt man das Intervall dieser Töne.

Grundton, Terz und Quint geben einen vollendeten Dreiklang; Grundton, Quart und Sext geben einen erträglichen; Grundton, Sekund und Sept sind nicht consonirend.

§. 2. Nicht einfache Skala.

Die (§. 1.) angegebene Tonleiter enthält nicht alle zwischen Grundton (C) und seiner Oktave (c) möglichen Töne; und die praktische Musik, hätte sie allein diese Töne, wäre sehr arm.

Eine einfache Tonleiter kann aber durch Einschaltungen erweitert werden, so daß in jeder Oktave statt sieben Töne zwei und zwanzig sich zeigen.

Man multiplizirt zum Erhöhen mit $\frac{25}{24}$, zum Vertiefen mit $\frac{24}{25}$.

Benennung und Werth der Stufen dieser Tonleiter enthält folgende Tafel (worin zum Namen eines Tones zur Erhöhung „is" und zur Vertiefung „es" gesetzt ist):

Name.	Werth.	Name.	Werth.
c	1 : 1 =1·00000	ges	36 : 25 =1·44000
cis	25 : 24 =1·04166	g	3 : 2 =1·50000
des	27 : 25 =1·08000	gis	25 : 16 =1·56250
d	9 : 8 =1·12500	aes	8 : 5 =1·60000
dis	75 : 64 =1·17187	a	5 : 3 =1·66667
es	6 : 5 =1·20000	ais	125 : 172 =1·73611
e	5 : 4 =1·25000	hes	9 : 5 =1·80000
eis	125 : 96 =1·30208	h	15 : 8 =1·87500
fes	32 : 25 =1·28000	his	125 : 64 =1·85313
f	4 : 3 =1·33333	ces	48 : 25 =1·92000
fis	25 : 18 =1·38889	c	2 : 2 =1·00000

2) Zwei Töne, von welchen der eine durch Erhöhung irgend eines Tones, der andere durch Vertiefung des nächst höhern entstanden ist, unterscheiden sich sehr wenig von einander. Gibt man solchen nur einen Werth, wie es in der Praxis gewöhnlich geschieht, so wird die Skala von zwei und zwanzig Tönen auf zwölf Stufen für die ganze Oktave reduzirt. Diese reduzirte Skala heißt **chromatische** Tonleiter.

Die Ungleichheiten der Intervalle veranlassen das **Temperiren** (das gleichschwebende und das ungleichschwebende).

II. Kapitel.

Von der Qualität des Schalles.

I. Artikel. Vom Schall durch Schallinstrumente erzeugt.

In den Schallinstrumenten können klingen:

feste und
elastisch flüssige } Körper, und zwar:

als selbsttönende, oder
als mitklingende.

A. Schwingungen selbsttönender Körper.

§. 1. Schallinstrumente, in welchen feste Körper schwingen.

Nach Chladni werden die festen Körper in Rücksicht auf den Schall eingetheilt:

I. in fadenförmige, d. i. in solche,

bei denen die Länge vorherrschend ist, und von welchen die vorzüglichsten sind die Saiten, dann Stäbe von Glas und Metall, und

II. in membranförmige.

I. Von den fadenförmigen, Schall erregenden Körpern.

1) Gewöhnlich werden gespannte Saiten zum Behuf des Tönens nur in Querschwingungen versetzt. Derartige Schwingungen können hervorgebracht werden, wenn man einen Geigenbogen auf eine Saite rechtwinklig aufsetzt, und diese mit dem Bogen so streicht, dann durch Zupfen, Schlagen, Reißen ...

Die Höhen (H und h) der Töne zweier klingender Saiten verhalten sich zu einander, wie die Quadratwurzeln aus den gespannten Kräften (P, p), getheilt durch die Produkte aus den Längen (L, l) und den Durchmessern (D, d) derselben. [73])

Zus. Eine und dieselbe Saite kann auf doppelte Art Querschwingungen machen, nämlich:

als Ganzes, wobei sie den möglichst tiefsten Ton gibt, und

in aliquoten Theilen, wobei der Ton um so höher wird, je mehr Schwingungsknoten die Saite hat.

Wenn man eine Saite, auf welcher ein Geigenbogen unter einem sehr schiefen Winkel aufgesetzt ist — streicht, so wird sie Längenschwingungen machen.

Die durch Längenschwingungen hervorgebrachten Töne sind durchaus höher, als die aus Querschwingungen hervorgehenden.

Saiten erzeugen Töne:

bei den Klavieren (Metallsaiten von Stahl und Messing),

bei der Harfe und Guitarre,

bei den sogenannten Streichinstrumenten oder Geigen (Violin, Viola, Violoncell, Contrabaßinstrument).

2) Elastische Stäbe von Glas und Metall, in Schwingungen versetzt, lassen Töne vernehmen, welche

nicht nur durch die Schwingungsknoten,

sondern auch durch die (sechsfache) Art der Befestigung mannigfaltig modifizirt werden.

---

[73]) d. h. $H : h = \frac{1}{LD}\sqrt{P} : \frac{1}{ld}\sqrt{p}$.

Schwingungen von Stäben geschehen:

an der Stimmgabel, welche gewöhnlich den Ton „a“ angibt, und an dem Triangel,

an der Mundharmonika (Maultrommel),

an den Spieluhren und Spieldosen,

an der Eisenviolin oder Stahlharmonika,

an der Strohfidel....

II. Von den membranenförmigen Körpern.

Bei den membranenförmigen selbsttönenden Körpern treten Länge und Breite gleichmäßig hervor. Zu diesen dürfen nicht blos die Felle der Trommeln, Pauken.... gezählt werden, sondern auch Platten aus Glas und aus Metall, welche dann Ebenen oder Glocken.... bilden können.

Chladnische Klangfiguren.

Geläute. Glockengießerkunst.

§. 2. Schallinstrumente, in welchen die Luft klingt.

Wenn Luft, welche in röhrenförmigen Instrumenten enthalten ist, durch Anblasen in Längenschwingungen versetzt wird, so kann sie einen Ton erzeugen.

Ein solches Instrument, mittelst dessen die Luft klingend gemacht werden kann, heißt Blasinstrument; besondere Namen für Blasinstrumente sind: Flöten, Fagotte, Trompeten, Posaunen, Waldhörner, Posthörner, Klarinetten, Oboen, Pfeifen...

Die Art des Anblasens richtet sich nach der Eigenthümlichkeit des Instrumentes.

Schall durch die chemische Harmonika.

Auf die Qualität des Tones hat das Material des Instrumentes Einfluß. Die Höhe des Tones richtet sich aber lediglich nach den Dimensionen und nach der Schwingungsart der Luftsäule; sehr dünne Wände können durch ihr Mitschwingen die Höhe des Tones abändern.

Grifflöcher.

B. Schwingungen mittönender Körper.

Körper, zu akustischen Schwingungen geeignet, können durch tönende Körper (mit welchen sie in Berührung sind) in stehende Schwingungen versetzt werden. Diese Schwingungen helfen den Schall verstärken und machen das, was man gewöhnlich Resonanz nennt.

Die Wirklichkeit der Resonanz läßt sich durch viele Erscheinungen nachweisen.

Wenn man eine Stimmgabel durch einen Stoß in schwingende Bewegung versetzt, und danach frei in der Hand hält, so wird man nur einen sehr schwachen Ton vernehmen; stützt man sie aber auf ein dünnes Brett (vorzüglich von einem weichen Holz), z. B. auf den obern Boden einer Geige, so kann man einen starken, dauernden Ton hören. Hiebei müssen die Holzfasern zum Schwingen veranlaßt worden sein. Hält man eine durch einen Schlag in Schwingung versetzte Stimmgabel an das Hauptwindloch einer Pfeife, einer Flöte..., so wird ihr Ton sehr verstärkt. Das Schwingen der Feder in der Maultrommel wird dem Ohr um so vernehmbarer, je reichlicher Luft durch die Lungen ausgestossen wird. Starke Töne einer Orgelpfeife können die gespannten Membrane naher Pauken so erschüttern, daß auf sie gestreuter Sand in Bewegung kommt. Spielt man auf einem Klavier, in dessen Nähe eine Violine sich befindet, so kann man leicht wahrnehmen, daß letzteres Instrument mit ersterm meh-

rere Töne mittönt. Eine Glocke kann man zum Tönen bringen, wenn man mit einem Blasinstrumente in der Nähe geeignete Töne verursacht....

Polarisation des Schalls nach Wheatstone.

II. Artikel. Vom Schall, erzeugt durch die Lautorgane
von dem Menschen, und
von den Thieren.

§. 1. Von dem Schall durch das Stimmorgan des Menschen.

Bestandtheile des menschlichen Stimmorganes, welchem die Lunge als Blasbalg, und die Luftröhre als Windrohr dient, sind: der Kehlkopf (mit den Stimmbändern und der Stimmritze), der Schlund und die Mundhöhle.

Die Ursachen zu der großen Verschiedenheit der von Menschen hervorbringbaren Töne sind:

die Möglichkeit des Emporhebens und Niedersenkens des Kehlkopfes,
die verschiedenen Längen der Stimmhäutchen,
die verschiedene Spannbarkeit der Stimmhäutchen,
die möglichen Modifikationen des Oeffnens und Schließens der Mund- und Nasenhöhle....

Man wird sich noch lange bemühen, mittelst Maschinen die vom Schöpfer dem Menschen gegebene Stimme rein hervorzubringen.

§. 2. Vom Schall durch das Lautorgan der Thiere.

Von den Thieren haben eigentliche Stimmorgane nur Säugethiere, Vögel und Amphibien.

Das Lautorgan einiger Thiere besteht aus einer Vorrichtung, welche paukenähnlich ist.

Anhang.

Von dem Gehörorgane.

Das Gehörorgan, an welchem das Wesentlichste der Gehörnerv ist, besteht aus drei Abtheilungen, nämlich:

1) aus dem (durch die Muschel und den Gehörgang gebildeten) äußern Ohr, welches mit der Ohrmuschel die Schallwellen aufnimmt, und solche, mittelst des durch den Knochen des Schlafbeins gehenden Gehörganges, bis zu einer an seinem Ende befindlichen Membrane, dem Trommelfelle, leitet;

2) aus der (von dem Gehörgang durch das Trommelfell getrennten) Trommelhöhe, welche ringsum von Knochenwänden umgeben, gleichsam den Vorplatz der dritten Hauptabtheilung macht, und welche die ein Hebelwerk darstellenden Gehörknöchelchen — den dem Trommelfell angewachsenen Hammer, den Ambos und den das ovale Fenster schließenden Steigbügel — enthält; und

3) aus dem in das sogenannte Schlafbein eingewachsenen Labyrinthe. An dem Labyrinthe, welches von knöchernen Höhlungen gebildet ist, welche mit einer Flüssigkeit angefüllt sind, in welcher sich der Gehörnerv verbreitet, werden ferner als vorzügliche Theile beachtet:

der Vorhof, welcher hinter dem ovalen Fenster beginnt, und von welchem drei Bogengänge (die halbkreisförmigen Kanäle) ausgehen und in denselben wieder zurückkehren, und

die durch einen Eingang mit dem Vorhof verbundene Schnecke, welche aus $2\frac{1}{2}$ Windungen besteht, und durch eine (poröse und zellige) Scheidewand in zwei über einander liegende Abtheilungen getheilt ist; der untere Gang mündet sich in das runde Fenster aus.

Durch die Eustachische Röhre steht die Trommelhöhle mit der Mundhöhle in Verbindung, so daß die Luft in der Trommelhöhle stets mit der äußern sich ins Gleichgewicht stellen kann.

Durch die Eustachische Röhre, so wie auch durch die festen Theile des Kopfes können Schallschwingungen bis zum Gehörnerv fortgepflanzt werden. Manche öffnen deßhalb den Mund zum deutlichen Hören; und Manche legen an einen festen Theil des Kopfes einen guten Leiter des Schalles, um Laute zu vernehmen.

Harthörige bedienen sich des Hörrohrs, oder vergrößern durch die Hand die Ohrmuschel, um viele Schallwellen aufnehmen zu können, und dadurch besser zu hören.

Bei den Fischen fehlt die Schnecke; bei manchen Thieren, wie bei den Krebsen, besteht das Gehörorgan nur in einem mit Flüssigkeit gefüllten Bläschen, auf welchem der Gehörnerv sich ausbreitet.

III. Unterabtheilung.

Optik.

1. Erklärungen.

1) Der objektive Grund des Sehens heißt Licht.

Wenn man annimmt, daß das Licht dem Schalle ähnlich auf der Fortpflanzung von Impulsen beruhe, welche gewisse Körper gegen ein eigenthümliches, subtiles, alle Räume erfüllendes Medium (Aether genannt) ausüben, so erklärt man leicht alle Erscheinungen des Lichtes. Auf dieser Annahme basirt Eulers Undulations- oder Vibrations-Theorie, welche der Emanations-Theorie von Newton entgegengesetzt wird.

Das Licht lehrt uns nicht allein den größten Theil der Schöpfung kennen, es bringt noch viele andere, vorzüglich chemische, Wirkungen hervor.

Den Einfluß, welchen das Licht auf das Gedeihen der organischen Welt übt, zeigen viele Erscheinungen. Menschen, welche fortwährend in dunkeln Oertern wohnen, ermangeln aller Lebensfülle und des Rothes der Gesundheit. In dunkeln und finstern Orten ist eine kräftige Entwicklung der Pflanzen unmöglich. In solchen Lokalen erhalten sie bald ein verkümmertes Aussehen, Blätter und Blüthen bleiben blaß; und ferner dadurch geben sie deutlich an, daß sie

zu ihrem natürlichen Bestehen des Lichtes bedürfen, daß sie in Zimmern immer nach den Fenstern hin wachsen.

„Es freue sich,
Was da athmet, im rosigen Licht."

Merkwürdig sind die Verbindungen und Trennungen der Stoffe, welche das Licht einzuleiten vermag. Wenn z. B. grüne Pflanzen dem Licht ausgesetzt sind, so können sie der Luft Kohlensäure entziehen, diese zerlegen, und (während sie den Kohlenstoff als Bestandtheil für sich behalten) den Sauerstoff wieder in die Atmosphäre ausathmen. Das Bleichen vegetabilischer Stoffe geschieht ebenfalls im Lichte, namentlich im Sonnenlichte. — Das im Wasser absorbirte Chlorgas entzieht nur unter Einwirkung des Lichts dem Wasser allmählig den Wasserstoff. Phosphor, in Wasser aufbewahrt, dem starken Sonnenlicht ausgesetzt, wird in rothes Phosphoroxyd sich verwandeln. Chlorgas und Wasserstoff, welche im Dunkeln beisammen sein können ohne sich zu verbinden, vereinigen sich dem Sonnenlicht ausgesetzt sogar unter Explosion. Daß Jod und Silber dem Lichte ausgesetzt sich vereinigen, ist (pag. 80) bemerkt worden.

2) Zum Sehen reicht nicht bloß der Besitz des Gesichtsorganes, und dessen gehörige Beschaffenheit hin, sondern es ist dazu noch ein eigenthümlicher Zustand der Körper erfoderlich, welcher unzählige Abstufungen zuläßt, und den man im Allgemeinen mit dem Worte Helligkeit bezeichnet; geringere Grade von Helligkeit nennt man Dunkelheit, gänzlichen Abgang derselben Finsterniß.

3) Körper, welche für sich selbst, d. h. ohne die Gegenwart eines andern Körpers zu brauchen, hell sind und Helligkeit verbreiten, heißen leuchtende Körper; diejenigen, welche erst in Folge der Anwesenheit leuchtender Körper sich im Zu-

stande der Helligkeit befinden, heißen beleuchtete oder auch dunkle. Man sagt, die ersteren (Lichtquellen) senden ihr Licht aus, die letzteren empfangen es bloß.

Als Lichtquellen gelten die Sonne, die Firsterne, phosphorescirende und brennende Körper. Bekannt ist, daß faules Holz, todte Seefische, die Johanneswürmchen, der Surinamische Laternenträger.... im Dunkeln leuchten. Einige Körper erscheinen als selbstleuchtend nach einer gewissen Behandlung. Das Licht tritt häufig in Gesellschaft mit der Wärme auf; beide wurden — wohl sehr unrichtig — für unzertrennlich gehalten.

4) Einige hindern das Sehen und die Beleuchtung der Körper nicht, wenn sie zwischen dem Auge und dem zu betrachtenden Körper, oder zwischen den Lichtquellen und dem zu Beleuchtenden sich befinden. Man sagt, sie lassen das Licht durch sich hindurch, und nennt sie durchsichtige Körper. Andere dagegen hemmen die Wirkung des Lichtes, und heißen undurchsichtige Körper. Erstere heißen Lichtmittel; letztere aber haben diesen Namen nicht.

Kein Körper ist absolut undurchsichtig, und keiner absolut durchsichtig.

5) Die Fortpflanzung des Lichtes geschieht von einem Punkt nach allen den Richtungen, welche die Kugelradien zeigen, in geraden Linien. Ein Punkt eines hellen Gegenstandes ist nur dann nicht sichtbar, wenn die gerade Linie, welche von diesem Punkt zum Auge geht, durch einen undurchsichtigen Körper unterbrochen wird, so wie ein undurchsichtiger die von einer Lichtquelle ausgehende Erleuchtung nur nach der Gegend hin hindert, die von den gemeinschaftlichen Tangen-

ten der Begrenzung des undurchsichtigen und des leuchtenden Körpers umschlossen wird.

Von einem Lichtstrahl kann eigentlich nicht die Rede sein, und von Lichtstäubchen kann man höchstens sprechen, wenn man der längst aufgegebenen Emanationstheorie beipflichtet.

Zus. Das Licht bedarf einer Zeit, um von einem Orte zum andern zu gelangen. Es wird aber diese Zeit wegen der ungeheuren Geschwindigkeit des Lichtes nur dann merklich, wenn dasselbe sehr große Strecken durchläuft; die etwa auf dem Erdkörper allein zu Gebote stehenden Distanzen reichen dazu nicht hin. Ehrenvollen Dank schulden wir immer dem dänischen Astronomen Olaus Römer, welcher um 1675 aus Himmelsbeobachtungen fand, wie im III. Buch näher erörtert werden wird, daß das Licht in einer Sekunde über 41700 geographische Meilen zu durchlaufen vermag.

Auf der ungemein großen Geschwindigkeit, mit welcher sich das Licht fortpflanzt, beruht die Einrichtung der Lichttelegraphen, welche 1793 der französische Ingenieur Claude Chappe construirte.

Nach einer Stelle im Vegetius de re militari lib. III. Cap. 5. läßt sich annehmen, daß selbst die Römer schon zum Fernschreiben Instrumente hatten, ähnlich den französischen Telegraphen. In benanntem Werke ist zu lesen: „Aliquanti in castellorum aut urbium turribus appendunt trabes, quibus aliquando erectis, aliquando depositis, indicant, quae geruntur.“

Diese Telegraphen stehen den elektrischen (von welchen die Lehre von der Elektrizität Näheres angibt) in mehreren Beziehungen nach, obwohl durch sie in 15 bis 30 Minuten eine Nachricht 50 bis 60 Meilen weit gebracht werden kann.

6) Die Größe der Beleuchtung eines Körpers ist bestimmt durch die Menge des ihm zugekommenen Lichtes, und heißt Intensität. Um die Intensität anzugeben, hat man folgende zwei Sätze:

a) Bei gleicher Stellung beleuchteter Ebenen gegen die von einer Lichtquelle auf sie gefällten Senkrechten, verhalten sich die Beleuchtungs-Intensitäten verkehrt, wie die Quadrate der Distanzen dieser Ebenen von der Lichtquelle. [74])

b) Die Intensität der Beleuchtung eines jeden Flächenstückchens ist unter übrigens gleichen Umständen dem Sinus des Winkels proportional,

---

[74]) D. h. $J : i = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2}$.

Beweis ad a. Denke man sich in A Fig. 45. a. sei ein leuchtender Punkt (eine einfache Lichtquelle), in einer geringen Entfernung sei ein Lichtschirm, von welchem MN ein Durchschnitt ist. Ein Lichtkegel aus A trifft MN in xy. Rückt man den Lichtschirm rückwärts in PQ, so wird x^1y^1 beleuchtet werden; xy ist kleiner als x^1y^1. Dasselbe Licht $L = J . xy = J_1 . x^1y^1$; daraus wird aber $J : J_1 = x^1y^1 : xy$. Zieht man aus A auf MN und PQ die Senkrechten AE und AE^1 (deren Werthe D und D_1 sind), so hat man aus der Lehre von der Pyramide den Satz $D_1^2 : D^2 = x^1y^1 : xy$. Substituirt man, so wird $J : J_1 = D_1^2 : D^2$.

unter welchem das Licht dieses Flächenstückchen trifft. [75])

Zus. Auf die Richtigkeit dieser Sätze läßt sich eine Methode gründen, die Leuchtkräfte zweier Lichtquellen zu vergleichen. Es verhalten sich nämlich die Leuchtkräfte wie die Beleuchtungsstärken, welche sie in gleichen Distanzen hervorbringen. Regulirt man also die Distanzen beider Lichtquellen von einer beleuchteten Fläche dergestalt, daß sie eine gleich starke Beleuchtung hervorbringen, so verhalten sich die Leuchtkräfte gerade wie die Quadrate der Distanzen. [76])

Die Instrumente, deren man sich zur Untersuchung der Leuchtkräfte bedient, heißen Photometer. Es gibt deren mehrere, z. B. Rumford's, Bouguer's, Wollaston's, Ritchie's, Lampadius', Maistre's, Quetelet's, Steinheil's, Talbot's.

---

[75]) D. h. $J : J_1 = 1 : \sin \alpha$. Fig. 45. b.

Beweis ad b. Es sei in A ein leuchtender Punkt, aus welchem Az und Aω auf MN gehen. Dreht man um den Punkt ω den Lichtschirm, so daß er die Lage PQ erhält, so wird jetzt von demselben Lichte, von welchem zω mit der Intensität J beleuchtet wurde, z'ω beleuchtet werden mit J_1. Es ist demnach $J . z\omega = J_1\, z'\omega$, woraus die Proportion wird $J : J_1 = z'\omega : z\omega$. Wenn man z'ω und zω in n Linien auflöst, so verhalten sich

$$\frac{z'\omega}{n} : \frac{z\omega}{n} = 1 : \sin \alpha = J : J_1.$$

[76]) D. h. $P : p = D^2 : d^2$.

7) Der Raum, in welchen das Licht wegen der Anwesenheit eines undurchsichtigen Körpers nicht kommen kann, wie auch jeder Durchschnitt eines solchen Raumes, mit einer ebenen oder krummen Fläche, heißt Schatten.

Der Schatten ist um so stärker, je stärker das Licht ist. Man bemerkt verschiedene Modifikationen des Schattens; vorzüglich unterscheidet man den Kernschatten von dem Halbschatten.

Man denke sich (Fig. 46. a.) einen leuchtenden Punkt in A; in der Lage MN befinde sich ein undurchsichtiger Körper, dessen Durchschnitt xy ist. Sendet A Licht gegen PQ, und zwar in den Richtungen Ax und Ay, so wird der Raum $xy\,x^1y^1$ und die Fläche x^1y^1 von A kein Licht erhalten, und der Raum und diese Fläche sind im Schatten von xy.

Es sei die Lichtquelle ein System von Punkten in der Linie AB Fig. 46. b. Es sende A auf PQ Licht in den Richtungen Axx^1 und Ayz, ebenso B in den Richtungen Byy^1 und Bxu, und der Punkt C in den Richtungen Cxv und Cyw. Hiedurch erhalten die Räume uxx^1 und zyy^1 zwar nicht von dem ganzen Systeme ACB Licht, aber doch von einigen Punkten desselben; der Raum xx^1yy^1 erhält aber von keinem Punkt aus ACB Licht: daher bildet letzterer Raum den Kernschatten, während erstere Räume Halbschatten haben.

Die Extensionen des Schattens sind abhängig von der Extension der Lichtquelle und von der des dunkeln Körpers. Größer ist der Durchschnitt des Schattens als der des dunkeln Körpers, wenn der Durchschnitt der Lichtquelle kleiner ist, als der des dunkeln Körpers; kleiner ist der Schattendurchschnitt als der Durchschnitt des dunkeln Körpers, wenn die Ausdehnung der Lichtquelle die des schattenwerfenden Körpers übertrifft.

2. Begriff und Eintheilung der Optik.

Die systematische Lehre vom Lichte heißt Optik. Die Optik kann man eintheilen:

I. in die Lehre von den Erscheinungen des Lichtes, und

II. in die Lehre von den Sehinstrumenten.

I. Abschnitt.

Von den Erscheinungen des Lichtes.

1) Die Erscheinungen werden bestimmt, durch die Arten der Vibrationen und die Gesetze der Verbreitung der Schwingungen. Diese beiden hängen ab von der Beschaffenheit des Aethers. Hat dieser in dem Medium, in welchem er befindlich ist, überall dieselbe Beschaffenheit, so nennt man das Medium homogen, und solche Mittel sollen immer vorausgesetzt werden.

Die verschiedenen homogenen Mittel unterscheiden sich alsdann durch die besondere Beschaffenheit (Vertheilung des Aethers).

Daß die Reaktion der Aethertheilchen in einem homogenen Mittel immer dieselbe sein müsse, ist klar; theilen sich aber die Schwingungen in einem Medium dem Aether eines andern Mediums mit, so wird die Reaktion an der Grenze beider wegen der Verschiedenheit der Vertheilung Modifikationen hervorrufen Die Schwingungsart und die Verbreitung der Bewegung in einem Medium hängt daher außer von der Beschaffenheit des Aethers im letztern, auch von etwaigen Einwirkungen anderer Mittel ab.

Es ergeben sich somit zwei Hauptfragen:

a) die eine nach den Gesetzen der ungestörten Verbreitung des Lichtes in ein homogenes Mittel, diese beantwortet die Katoptrik, oder die Lehre von der Reflexion des Lichtes, und

b) die zweite nach den Modifikationen, welche unter dem Einflusse anderer Mittel erfolgen, diese beantwortet die Dioptrik, oder Lehre von der Refraktion.

Man kann sich den Aether aus kleinen Theilchen (Molekülen) bestehend denken, welche durch abstoßende Kräfte von unmittelbarem Contakt abgehalten, und durch schwächere anziehende, aber in größere Entfernungen wirkende Kräfte in einer gewissen Nähe gehalten werden, so daß im Gleichgewichtszustande sich beide Wirkungen gegen einander aufheben. Sind nun die Moleküle so vertheilt, daß die Wirkungen, welche auf ein Theilchen von den umherliegenden Theilchen ausgeübt werden,

α) in allen Richtungen dieselben sind, so nennt man das Mittel einfach brechend,

β) in allen Richtungen nicht dieselben, aber doch in einem bestimmten Gesetze sind, so heißt man es doppelt brechend.

2) Wird durch irgend einen Impuls eines der Moleküle aus seinem Gleichgewichte gebracht, und ist die Entfernung aus dieser Lage (die Schiebung) sehr klein gegen die Entfernung der Moleküle unter sich, so wird durch das Bestreben in die alte Lage zurückzukehren, eine pendulirende Bewegung her-

vorgebracht, welche durch die von ihr ausgehende Reaktion die übrigen Theile gleichfalls in Bewegung setzt; umgekehrt ist die Verschiebung des unmittelbar in Bewegung gesetzten Theilchens von den Verschiebungen der übrigen Theile abhängig. Man nennt das Licht durch diese Schwingung:

a) polarisirt, wenn die Schwingungsrichtungen constant, d. h. sich parallel bleiben, und

b) unpolarisirt, wenn die Schwingungsrichtung nicht constant bleibt.

I. Hauptstück.

Erscheinungen der progressiven Bewegung der Lichtmoleküle.

I. Kapitel.

Katoptrik.

I. Artikel. Reflexion im engern Sinne.

1) Die Reflexion ist zweifacher Art, nämlich:
 a) eine unregelmäßige, und
 b) eine regelmäßige.

ad a. Wenn die Lichtwellen auf einen reflektirenden Körper auffallen, und dieser uneben ist, so wird der Körper selber sichtbar, es werden die auffallenden Lichtstrahlen zerstreut, d. i. unregelmäßig zurückgeworfen, ohne das Bild der Lichtquelle zu zeigen.

ad b. Wenn die Lichtwellen auf einen ganz ebenen Körper auffallen, so werden sie regelmäßig wieder zurückgeworfen.

α) Dieser reflektirende Körper zeigt das Bild der Lichtquelle, und heißt Spiegel.

Die Spiegel, welche im Allgemeinen aus verschiedenen Stoffen bestehen können, sind von Metall, von gleichförmigem Marmor, von Glas... und werden natürliche (z. B. Wasser-, Quecksilber-, Krystalloberflächen) oder künstliche genannt, je nachdem die reflektirende Fläche an ihnen durch Natur oder Kunst eben wurde.

β) Man beachtet in Rücksicht der Form zwei Arten von Spiegeln, nämlich: ebene und gekrümmte.

2) Die Reflexion geschieht nach gewissen Gesetzen (Reflex-Gesetzen), welche also lauten:

a) der Einfallswinkel ist gleich dem Reflexionswinkel, und

b) das Einfallsloth und die beiden Strahlen, der einfallende und der reflektirte, liegen in der Reflexions-Ebene. Fig. 44.

§. 1. Planspiegel.

1) Ein ebener Spiegel erzeugt von jedem vor ihm befindlichen, leuchtenden Punkt ein

Bild, welches hinter dem Spiegel in der vom leuchtenden Punkte auf die Spiegelebene geführten Senkrechten, und eben so weit von der Spiegelebene entfernt ist, als der leuchtende Punkt vor ihr liegt. [77])

1. Zus. Das Bild eines Gegenstandes, welches aus mehreren Punkten zusammengesetzt gedacht werden kann, stimmt der Gestalt und Größe nach mit dem Gegenstande völlig überein, nur die Ordnung der Theile des Bildes ist rücksichtlich jener des Gegenstandes im Sinne von links und rechts verwechselt.

---

[77]) Es sei MN Fig. 47. der Durchschnitt eines Planspiegels, in A sei eine Lichtquelle, von der ein Lichtstrahl AC ausgeht. Denkt man sich auf C das Einfallsloth CD, so wird dieser Strahl AC reflektirt in der Richtung CE. Das Auge sieht aber den Strahl in der Verlängerung von CE hinter dem Spiegel, und zwar in dem Punkt, in welchem der reflektirte Strahl geschnitten wird. Weil $\delta = \delta^1$, so ist $\alpha = \alpha^1$, folglich, weil $\alpha^1 = \beta$, ist $\alpha = \beta$. $\mu = \mu^1 = R$; $GC = GC$ daher $\triangle AGC \cong \triangle BGC$, folglich $BG = AG$, oder der Punkt A erscheint hinter dem Spiegel so weit entfernt, als der Gegenstand von dem Spiegel. Man denke sich einen zweiten Strahl von A nach H, und LH das Einfallsloth, so wird der Strahl AH so reflektirt, daß der Winkel $AHL = LHG$, daher wird $\gamma = \gamma^1$, γ ist $= \varepsilon$, daher $\varepsilon = \gamma^1$, $\mu^1 = \mu$, $GH = GH$, daher $BG = AG$.

In einem Spiegel kann ein Gegenstand ganz gesehen werden, wenn die Länge und Breite des Spiegels die Hälften der Länge und Breite des Gegenstandes sind.

2. Zus. Hat ein Gegenstand gegen die Spiegelebene eine Neigung von 45 Grad, so hat diese auch das Bild. Es dient daher der Spiegel dazu, einen liegenden Gegenstand aufrecht erscheinen zu lassen. Bäume und andere Gegenstände an den Ufern von Wasserspiegeln erscheinen in diesen verkehrt.

3. Zus. Befindet sich ein leuchtender Punkt A innerhalb des Winkels zweier ebener Spiegel, deren spiegelnde Flächen einander zugekehrt sind, so gibt nicht bloß der Punkt A Bilder, sondern es kann jedes dieser Bilder bezüglich des andern Spiegels die Stelle des Objektes vertreten. Hiedurch entstehen mehrfache Bilder.

2) Die Planspiegel werden zu verschiedenen Vorrichtungen benützt, und zwar zu Operngucker, Wall- oder Mauerguckern, Guckkästen, Heliostaten, Camera obscura, Winkelspiegeln, Kaleidoskop, Parallelspiegeln, Spiegelzimmern....

In einigen Instrumenten, deren die Physiker sich bedienen bei ihren Untersuchungen, werden die Planspiegel vorzüglich gebraucht.

§. 2. Von den nicht planen Spiegeln.

1) Hat eine spiegelnde Fläche die Gestalt eines Segmentes der Kugel, so nennt man sie einen sphärischen Spiegel, und zwar:

einen sphärischen Hohlspiegel (Concavspiegel), wenn die innere Fläche der Kugelgrenze spiegelt, und

einen sphärischen Convexspiegel, wenn die äußere Grenze spiegelt.

Es werden nicht blos sphärische, sondern auch parabolische, elliptische und hyperbolische Spiegel geschliffen; dann hat man auch Cylinder-, Pyramiden- und Kegel-Spiegel, mittelst welcher die sogenannten katoptrischen Anamorphosen Bilder von naturgemäßen Bildungen geben.

2) Die Gestalt eines Bildes durch einen sphärischen Spiegel wird bestimmt durch die Entfernung (=a) des leuchtenden Gegenstandes, und durch den Radius (=r) der Kugel.

Luftbild. Geometrisches Bild.

Es muß berücksichtiget werden, wo von dem Spiegel das Bild erscheint (dieses gibt die Größe=k), und in welcher Lage (ob aufrecht oder gewendet),

sowohl in concaven }
als in converen } Spiegeln [78]) es sich zeigt.

---

[78]) Es sei Fig. 48. der Durchschnitt eines concaven Spiegels, und in einer unbestimmten Entfernung sei eine Lichtquelle, welche ihr Licht aussendet und **MN** trifft, so daß ein Strahl **AD** durch den Mittelpunkt des Spiegels durch **C** geht, und ein zweiter die Richtung **AE** hat. Der erste Strahl **AD** (Hauptstrahl) wird in sich selbst reflektirt, der Strahl **AE** aber wird den Reflexionsgesetzen gemäß zurückgeworfen. Weil der Radius **EC** das Einfallsloth gibt, so muß $\gamma=\beta$ sein, und der reflektirte Strahl von **AE**, nämlich **EF**, muß den Hauptstrahl in **F** schneiden. Somit zeigt sich das Bild von

3) Die Anwendung der nicht planen Spiegel ist verschieden; sie dienen nicht blos zu optischen Zwecken (cf. Sehinstrumente), sondern man benützt sie auch als sogenannte Brennspiegel (sphärische und parabolische Brennspiegel).

A durch AD und AE in F. Man erhält daher $\frac{1}{k}=\frac{2}{r}-\frac{1}{a}$, worin $k=DF=EF$ gilt.

$(DC-FD):(AD-CD)=EF:AE;$	$\frac{(ar+kr)}{akr}=\frac{2ak}{akr};$
$(r-k):(a-r)=k:a;$	$\frac{1}{k}=\frac{2}{r}-\frac{1}{a}.$

Es kann nun sein:

$a=\infty$,	$a>r$,	$a>\frac{r}{2}$,	$a<\frac{r}{2}$;
$a<\infty$,	$a=r$,	$a=\frac{r}{2}$,	

wonach die Lage und Größe des Bildes leicht bestimmt werden.

Die Formeln, welche die Beschaffenheit der Bilder aus concaven Spiegeln angeben, können auch für die converen Spiegel angewendet werden, wenn man berücksichtiget, daß der Radius in den converen Spiegeln die entgegengesetzte Lage der concaven hat. Die Bilder durch convere Spiegel sind durchgängig kleiner als der leuchtende Gegenstand, aufrecht, und hinter dem Spiegel.

Wenn Lichtstrahlen in einen Hohlspiegel parallel zur Hauptachse einfallen, so werden sie sich nach der Reflexion in einem Punkt des Hauptstrahls (im Brennpunkt) schneiden. Wenn Lichtstrahlen divergirend in einen Hohlspiegel kommen, so bilden sie nach der Reflexion eine sogenannte kaustische Linie. Solche Brennlinien kann man sehen, wenn man auf die innere Wand eines Gefäßes, welches innerhalb cylinderförmig und spiegelnd ist, Lichtstrahlen kommen läßt.

Die Brennspiegel (— Hohlspiegel — haben diesen Namen daher, weil sie die Sonnenstrahlen so zu reflektiren vermögen, daß von solchen Körper, in die Brennpunkte gebracht, entzündet werden können —) sind den Nachrichten mehrerer Schriftsteller gemäß, eine Erfindung des Alterthums.

Es wird erzählt, daß der berühmte griechische Mathematiker Archimedes die Flotte des römischen Feldherrn Marcellus, als dieser die Stadt Syrakus in Sicilien belagerte, in Brand gesetzt habe, obgleich die Schiffe ungefähr 200 Schritte von der Stadtmauer entfernt waren.

II. Artikel. Inflexion oder Beugung des Lichtes.

1) Die Beugung des Lichtes nennt man die Erscheinung, daß Lichtstrahlen, welche an den Grenzen fester Körper vorbeigehen, besonders an scharfen Ecken und Kanten, oder durch eine enge Oeffnung gelassen werden, nicht geradlinig sich fortpflanzen, sondern von der geraden Richtung etwas abweichen, und dabei höchst merkwürdige Farbenerscheinungen zeigen.

2) Durch die Beugung gelangen also nicht nur in den Schattenraum Lichtstrahlen, sondern es entstehen an dem Schatten auch Farbenränder oder farbige Streifen. — Erscheinungen, welche in der Beugung des Lichtes ihre Erklärung finden, sind das Farbenspiel der Perlmutter, das der Flügeldeckel von Insekten, das der (sogenannten abgestandenen) Fenstergläser, das an manchen Geweben, am Spinnengewebe, an Seidenzeugen, an den Haaren der Hüte u. s. w.

3) Erklärt wird die Beugung durch die Anziehung der Körper, an welchen die Lichtwellen vorübergehen.

III. Artikel. Interferenz des Lichtes.

Interferenz des Lichtes bezeichnet das Zusammentreffen von zwei Lichtwellen, wodurch diese Verstärkung oder Schwächung erleiden.

Aus der Interferenz des Lichtes (von Young entdeckt) beweisen die neuern Physiker sehr leicht und sicher, daß die Vibrationstheorie (p. 211) die richtige Erklärung vom Lichte gebe.

NB. Die Lehre von der Beugung und von der Interferenz wird gewöhnlich mit der Lehre von der Polarisation verbunden.

II. Kapitel.

Dioptrik.

I. Artikel. Einfache Brechung des Lichtes.

1) Die einfache Brechung des Lichtes heißt auch die gewöhnliche, und zeigt sich, wenn ein Lichtstrahl schief auf einen durchsichtigen Körper fällt.

Beim höchsten Grad der Durchsichtigkeit wird immer ein Theil vom Licht auch reflektirt.

Die Brechung geschieht — wie die Reflexion — nach bestimmten Gesetzen (Brechungsgesetzen), welche also lauten:

Der gebrochene Strahl liegt in der Einfallsebene, und hinsichtlich des einfallenden auf der entgegengesetzten Seite des Einfallslothes; es ist also die Brechungsebene in der Einfallsebene.

So lange das Medium, aus welchem der Strahl geht, wie auch jenes, in welches er eindringt, keine Aenderung erleidet, und blos die Neigung des einfallenden Lichtstrahls gegen die Trennungsfläche der Medien wechselt, so lange steht der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels in einem und demselben Verhältnisse, welches das Brechungsverhältniß heißt [79]). Der Quotus (=n), welchen man erhält, wenn man den Sinus des Einfalls-

---

[79]) D. h. Fig. 49. a. $\sin\alpha : \sin\beta = n : 1$.

winkels durch den des Brechungswinkels dividirt, wird Brechungsexponent oder Brechungsindex genannt.

Zus. Nimmt der Lichtstrahl in beiden Medien den umgekehrten Gang (wenn z. B. Licht aus der Luft in Glas eintritt, und dann von Glas in Luft übergeht), so kehrt sich blos das Brechungsverhältniß um. Bei einer Zusammensetzung von andern Medien aber wird das Brechungsverhältniß durch andere Zahlen ausgedrückt.

2) Ein gewöhnlicher Lichtstrahl wird bei der Brechung nicht allein abgelenkt, sondern noch in die farbigen Bestandtheile zerlegt, welche nach Verschiedenheit der Farben eine verschiedene Ablenkung erleiden.

Man hat daher besonders zu betrachten:

die Brechung ohne Rücksicht auf Zerlegung, und
die Zerlegung bei der Brechung.

§ 1. Brechung des Lichtes ohne Rücksicht auf Zerlegung.

I. Erklärung zu der gewöhnlichen Brechung.

Man denke sich auf den Einfallspunkt eine Normallinie, das Einfallsloth, und zwar in beiden Medien. Wenn durch die Brechung die neue Richtung des einfallenden Lichtstrahls

dem Einfallslothe genähert wird, so sagt man, der Strahl ist zum Einfallslothe gebrochen, wenn sie aber

von dem Einfallslothe entfernt wird, so heißt es, der Strahl ist vom Einfallslothe gebrochen.

Gewöhnlich wird ein Lichtstrahl von einem dünnen in ein dichteres Mittel gehend zum Einfallsloth gebrochen und v. v. Man betrachte z. B. einen Lichtstrahl, welcher von Luft in

Wasser oder in Glas... übergeht, und man sehe einen Lichtstrahl aus Glas, Wasser... in Luft eintreten.

Die brechende Kraft ist durchaus nicht der Dichtigkeit proportional.

Es ist nicht sehr schwierig, aus der Richtung des Strahles vor und nach der Brechung den Brechungsexponenten zu bestimmen [80]), und umgekehrt kann durch eine einfache geometrische Construktion [81]) die Richtung des (zum Einfallsloth) gebrochenen Strahles gefunden werden, wenn der Brechungsexponent bekannt ist.

---

[80]) Für mehrere Substanzen sind die Brechungsexponenten beachtet, für nachstehende Körper geben die beigesetzten Zahlen diese an:

Chromsaures Bleioxyd	n=	2·926	Crownglas	n=	1·534
Diamant	„	2·470	Alaun	„	1·457
Granat	„	1·815	Alkohol	„	1·374
Sapphir blauer	„	1·794	Salzwasser	„	1·343
Turmalin	„	1·668	Wasser dest.	„	1·336
Flintglas nach Frhfr.	„	1·639	Stickgas	„	0 00059
„ „ Bwst.	„	1·616	Sauerstoffgas	„	0 00056

[81]) Es sei NN Fig. 49. b. die Scheidewand zwischen zwei homogenen Mitteln. Auf diese Wand falle der Strahl AC, so daß er die Richtung Ax habe. Man beschreibe nun aus C zwei Halbkreise mit Radien, welche durcheinander getheilt einen Quotus gleich n geben. Auf den Punkt E, in welchem die

II. Erscheinungen durch Einfluß des gebrochenen Lichtes.

1. Einfluß der Brechung des Lichtes in Wasser und in Luft.

Die von einem unter Wasser sich befindenden Gegenstand ausgehenden Lichtstrahlen werden beim Uebergang aus dem Wasser in die Luft, bevor sie zum Auge kommen, gebrochen, und zwar vom Einfallslothe; der Gegenstand erscheint daher dem Auge näher (erhöht) und größer, als er wirklich ist. Dieses kann man sehen an schief in das Wasser gehaltenen Stäben, an Steinen im Wasser, Münzen, Fischen...

In der atmosphärischen Luft pflanzt sich so lange ein schief einfallender Lichtstrahl geradlinig fort, als die Luft dieselbe Dichte beibehält; wird aber die Luft verdichtet, so wird der einfallende Strahl gebrochen zum Einfallslothe, wird sie hingegen verdünnt, so wird der Lichtstrahl gebrochen vom Ein-

---

Richtung des einfallenden Strahles (Ax) den größern Halbkreis schneidet, errichte man eine Tangente so lange, daß sie MN berührt in F. Aus F ziehe man eine Tangente an dem kleinern Kreis. Dieser tangirte Punkt G und das Centrum der Kreise geben die Richtung des gebrochenen Strahles an.

Beweis. Man ziehe PQ, QE und GK.

$ACP = QCE = CFE = \alpha$, und $KCG = CFG = \beta$.

$CE = CD = \sin\alpha$,

$CG = CB = \sin\beta$, woraus:

$CD : CB = \sin\alpha : \sin\beta = n : 1$.

fallslothe. Hieraus erklärt man sich leicht die himmlische Refraktion, daß wir nämlich die Gestirne, welche uns nicht im Zenith sind, über ihren wirklichen Ort erhöht sehen. Folge der Refraktion ist die Morgen- und Abenddämmerung; bei dieser werden die einfallenden Sonnenstrahlen, weil die untern Luftschichten dichter sind, als die obern, zum Einfallsloth gebrochen. Die in unser Auge durch Curven kommenden Lichtstrahlen machen, daß die Sonne immer um einige Grade höher zu stehen scheint. Hieraus erklärt sich weiter die Erscheinung jeder irdischen Refraktion, welche sich in einer sogenannten Luftspiegelung darstellt. Hieher scheint auch zu gehören die Fata Morgana bei Reggio in der sicilianischen Meerenge, die Looming der Seeleute, die Blocksberg-Erscheinung. das Erscheinen von Städten in der Luft, dann das Erhobensein mancher Flußoberflächen über die Flächen des Flußufers, ferner das Zittern der Gegenstände in der Luft....

2. Brechung des Lichtes in sphärischen Linsen.

Ein durchsichtiger Körper, welcher von zwei Kugelsegmenten oder von einem Kugelsegmente und einer Fläche begrenzt wird, heißt eine sphärische Linse.

Gewöhnlich sind diese Linsen aus Glas, und zwar aus Crownglas und Flintglas.

Dem Flintglas ist zur größern Brechung (pag. 230) Blei eingemischt.

Es lassen sich zwei Arten, und in jeder Art drei Formen von Linsen unterscheiden.

Die erste Art bilden die sogenannten Sammellinsen; die Formen der Sammellinsen sind (Fig. 50.): biconvexe (1) Linsen, planconvexe (2), concavconvexe (3); in die-

sen letztern ist der Radius der converen Seite immer kleiner, als der der concaven.

Die andere Art bilden die sogenannten Zerstreuungslinsen; ihre Formen sind: biconcave (4), planconcave (5), und converconcave (6); diese letztern haben zur Concavität den kleinern, und zur Convexität den größern Radius.

Eine gerade Linie, welche durch die Mittelpunkte der Kugeln geht, von welchen die Linsen Segmente sind, heißt die Achse der Linse. Linsen, in welchen die Achse auch durch den Mittelpunkt der Gestalt geht, heißen centrirt.

Die concav-converen, und conver-concaven Linsen heißen auch Menisken.

In den Linsen ist von höchster Wichtigkeit der Brennpunkt oder Fokus. Dieser Punkt, in welchem sich die parallel mit der Achse auf die Linse fallenden Strahlen nach dem Durchgang durch die Linse schneiden, wird bestimmt durch die Radien (r, R) und durch den Brechungsexponenten (n) des Materials der Linse. [82])

---

[82]) Man hat die sehr annähernde Hauptformel:

$$\frac{1}{k}+\frac{1}{a}=(n-1)\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{R}\right)=\frac{1}{f},$$

in welcher „f“ die Entfernung des Mittelpunkts der Linse von dem Brennpunkte anzeigt. k ist der Betrag der Bildweite, und a die Distanz der Lichtquelle von der Linse.

Es ergibt sich für die sechs verschiedenen Linsen, wenn r und R positive Größen sind:

Sowohl die Sammel= als die Zerstreuungslinsen zeigen Eigenthümlichkeiten in der Bildbildung [83]).

Man hat in dieser Hinsicht als bemerkenswerthe Ergebnisse:

a) an den Sammellinsen:

So lange das Objekt innerhalb der Brennweite steht, ist das Bild aufrecht, mit dem Gegenstand auf einerlei Seite der Linse, und um so größer, je näher das Objekt dem Brennraume kommt.

Ist das Objekt im Brennraum, so sieht man gar kein Bild.

Hat der Gegenstand seinen Standort außerhalb der Brennweite, so zeigt sich ein Bild, welches in Rücksicht auf das Objekt verkehrt, und auf der entgegengesetzten Seite der Linse ist. Je näher der Gegenstand dem Fokus ist, desto größer ist sein Bild und v. v.

---

1) $\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{R}\right)$,

2) $\frac{1}{f}=(n-1)\frac{1}{r}$,

3) $\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)$,

worin r kleiner als R,

4) $\frac{1}{f}=(1-n)\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{R}\right)$,

5) $\frac{1}{f}=(1-n)\frac{1}{r}$,

6) $\frac{1}{f}=(1-n)\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{r}\right)$,

worin R kleiner als r.

83) Nimmt man „f" als positive Größe an, so ist die Gleichung:

für die Sammellinsen $\frac{1}{k}=\frac{1}{f}-\frac{1}{a}$, und

für die Zerstreuungslinsen $\frac{1}{k}=-\frac{1}{f}-\frac{1}{a}$.

Ist das Objekt im Centrum der Linse, so haben Bild und Gegenstand gleiche Dimensionen;

b) an Zerstreuungslinsen:

Durch eine Zerstreuungslinse sieht man das Bild eines Gegenstandes immer aufrecht, innerhalb der Brennweite, kleiner als das Objekt, und mit diesem auf ein und derselben Seite der Linse.

Von durchsichtigen Körpern, in denen die Begrenzungsflächen eben und parallel sind, wird ein Lichtstrahl beim Austritt an einer dieser Flächen so viel vom Einfallsloth gebrochen, als er zum Einfallsloth abgelenkt wurde und v. v. Deßhalb werden die Richtungen des Strahles vor dem Eintritt und nach dem Austritt parallel sein. Durch unsere Fenstergläser sehen wir deßhalb die Gegenstände meistens da, wo sie wirklich sind, d. h. höchst wenig versetzt.

Polyedrische Gläser oder Rautengläser. Augen vieler Fliegen.

§. 2. Zerlegung des Lichtes bei der Brechung.

Das gewöhnliche Licht besteht aus Bestandtheilen, welche bei dem Uebergange aus einem Medium in ein anderes in Folge der Brechung verschiedene Richtungen erhalten, und sich dadurch von einander trennen.

Davon, daß das gewöhnliche Licht wirklich aus verschiedenen Bestandtheilen bestehe, kann man sich auf zweifache Weise überzeugen, entweder dadurch, daß man das Licht mit Anwendung eines Prismas zerlegt, oder dadurch, daß man die Farben, welche das Prisma zeigt, nach gehörigem Verhältniß, wie das Prismaspektrum solches angibt, mit einander mischt.

Die Zerlegung mit dem Prisma geschieht auf folgende Weise. Man leitet einen Lichtstrahl aus A (Fig. 51.) auf ein Prisma MNL, so daß er auf ML schief auffällt im Punkte B.

Weil das Licht hier von einem dünnern in ein dichteres Mittel übergeht, so wird es nicht die Richtung ABx behalten, sondern zum Einfallslothe PT gebrochen werden, so daß es die Richtung BDy annimmt. Beim Austrittspunkt aus dem Prisma in D wird es aber wiederum gebrochen, und zwar vom Einfallslothe GDz; es erhält also der Lichtstrahl jetzt die Richtung DH. Wenn dieser Strahl mittelst eines Schirmes aufgefangen wird, so zeigt der Schirm vom Einfallslothe hinweg folgende Farben: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett. Der rothe Theil ist weniger gebrochen als der orange, dieser weniger als der gelbe und so fort; überhaupt hat der rothe Theil die geringste, und der violette die größte Abweichung vom geraden Weg durch das Prisma annehmen müssen.

Wenn man einen Theil dieser homogenen Farben wiederum zerlegt mit Anwendung eines Prisma, so erhält man kein zweites Spektrum.

Zus. 1. Jeder homogenen Farbe gehört ein eigener Brechungs-Exponent. Wenn vom Brechungsindex ohne nähere Bezeichnung die Rede ist, so ist derselbe immer auf Strahlen mittlerer Brechbarkeit (gelb und grün) zu beziehen.

Zus. 2. Das Vermögen durchsichtiger Körper, Lichtstrahlen in ihre Theile aufzulösen, heißt Dispersionsvermögen. Dieses Vermögen ist abhängig von der spezifischen Beschaffenheit eines Stoffes. Es kann also dieses als Mittel zur Bestimmung der spezifischen Beschaffenheit des Stoffes dienen, und wirklich hat Professor Steinheil einen Apparat construirt, mittelst dessen der Alkoholgehalt eines geistigen Getränkes genau angegeben werden kann.

Zus. 3. Man nennt Farben, welche sich zur weißen Farbe ergänzen, Grundfarben. Als solche gelten: Roth, Gelb und Blau.

Stellt man die Namen des sechsfarbigen Spektrums nach ihrer Ordnung in einen Kreis, so daß sie gleichsam ein Sechseck bilden,

so zeigen sich je zwei diametral einander gegenüberstehende als complementäre.

Zus. 1. Die Zahl der Farbenabstufungen im Spektrum ist nicht sechs und nicht sieben. Streng genommen ist sie eigentlich unbestimmbar, und kann als unendlich groß betrachtet werden.

Die Reihenfolge der Bestandtheile des Lichtes ist keine stätige, sondern es liegt zwischen dem Brechungsinder des äußersten Rothen und jenem des äußersten Violetten eine große Menge von Zahlen, denen als Brechungsinder kein Farbenstrahl im Sonnenlichte entspricht. Die den Mangel eines Lichtes angebenden Linien im Spektrum heißen, nach dem ersten Entdecker, Frauenhofer'sche Linien.

Kerzenlicht zeigt diese Linien dann erst, wenn es durch eine Schichte von salpetersaurem Gase, oder von Jod und Crownglas geleitet wurde.

Die Beobachtung der Ablenkung, welche ein Strahl durch ein Prisma aus einer brechenden Substanz erfährt, ist das schärfste Mittel, den ihr zugehörenden Brechungsinder für jede Sorte farbigen Lichtes zu bestimmen, und hiebei leisten die dunkeln oder Frauenhofer'schen Linien die wichtigsten Dienste.

II. Einfluß des schief auffallenden Strahles und der Zerstreuung des Lichtes auf das Bild.

1) Strahlen, welche mit der Achse einer Linse einen bedeutenden Winkel machen, können nicht in einen Punkt vereiniget werden, sondern sie bilden eine symmetrische Kurve, Brennlinie genannt. Diese Abweichung kommt von der Gestalt der Linse und heißt Abweichung wegen der Kugelgestalt, sphärische Abweichung. Wegen ihr

geben die von der Achse etwas abstehenden Strahlen hinter der Linse kein deutliches Bild des leuchtenden Punkts. Will man doch ein deutliches Bild erhalten, so muß man die gegen den Rand der Linse einfallenden Strahlen durch eine Blendung abhalten, und der Linse solche Krümmungen geben, daß diese Abweichung möglichst klein werde.

Man nennt eine Anordnung von Linsen, durch welche die sphärische Abweichung unmerklich gemacht ist, eine aplanatische.

2) Wegen der verschiedenen Brechbarkeit der farbigen Bestandtheile des gewöhnlichen Lichtes erleiden die zusammengesetzten Lichtstrahlen, welche in eine Linse eindringen, darin wie in einem Prisma eine Zerlegung. Den durch die Brechung gesonderten, verschiedenartigen einfachen Strahlen entsprechen sonach verschiedene Einigungspunkte, wodurch die Reinheit der Bilder gestört wird. Man nennt diese Trennung der verschiedenartigen einfachen Strahlen die chromatische Abweichung der Linse.

Durch Verbindung von Sammel- und Zerstreuungslinsen aus verschiedenen brechenden Medien läßt sich die chromatische Abweichung mit einer für die Verwendung der Linsen zu optischen Instrumenten hinreichenden Genauigkeit heben. Die Verbindungen sind gewöhnlich aus Flintglas und Crownglas, in Prismen (von 19 und 30 Grad) gegen einander gelegt. Weil ersteres ein bedeutenderes Dispersionsvermögen als letzteres besitzt, deßhalb kann aus beiden eine achromatische Linse gemacht werden.

Man kann, da in diesem Falle vier sphärische, brechende Flächen zur Disposition stehen, mit der chromatischen Abweichung zugleich auch die sphärische bekämpfen, so daß diese Linsencombination eine große Oeffnung verträgt.

Dollond war 1757 so glücklich, auf die rechte Spur zu kommen, achromatische Linsen zu fertigen.

II. Artikel. Doppelte Brechung des Lichtes.

Mehrere Körper besitzen
entweder von Natur,
oder unter gewissen Umständen,
die Eigenschaft, einen in selbe eindringenden Lichtstrahl in zwei gebrochene Strahlen zu zertheilen, und in Folge dessen die Gegenstände doppelt zu zeigen.

§ 1. Brechung des Lichtes im Doppelspath.

Alle krystallisirten durchsichtigen Körper, deren Gestalten nicht aus dem Hexaeder ableitbar sind, besitzen die Eigenschaft, einen in selbe eindringenden Lichtstrahl doppelt zu brechen.

Am auffallendsten hat diese Eigenschaft der sogenannte isländische Krystall, Doppelspath (wie Bartholin in Koppenhagen im 17. Jahrhundert sich überzeugte, und Fr. Huyghens ausgezeichnet theoretisch darstellte).

Der Doppelspath erscheint gewöhnlich in Rhomboederform, d. i. er hat eine Begrenzung von sechs Rhomboedern, nach welcher er zwei Körperwinkel stumpf und die übrigen spitz hat. Denkt man sich von gegenüberliegenden stumpfen Winkeln eine Gerade, so heißt diese die Achse des Krystalls. Eine Fläche, die auf einer Seite senkrecht aufsteht, und durch die Achse des Krystalls geht, heißt Hauptschnitt, die Achse wird optische Achse genannt.

Wenn ein Lichtstrahl auf diesen fällt, so befolgt der eine der darin gebrochenen Strahlen das gewöhnliche Brechungsgesetz. Dieser Strahl heißt deßhalb der gewöhnliche oder

ordentlich gebrochene Strahl, und es verhält sich in ihm der sin. vom Einfallswinkel zum sin. des Brechungswinkels wie 1·6543.... : 1=1 : 0·6045...

Der zweite gebrochene Strahl richtet sich nach einem andern Gesetze. Es findet bei ihm nicht nur zwischen dem sin. des Einfalls- und Brechungswinkels kein constantes Verhältniß statt, sondern er bleibt nicht einmal jederzeit in der Einfallsebene, darum heißt er der ungewöhnliche, außerordentlich gebrochene Strahl.

Alle Erscheinungen der Brechungen des Lichtes im Doppelspath lassen sich genau erklären, wenn man annimmt, daß im Allgemeinen jeder Impuls gegen die in diesem Körper enthaltenen Aethertheilchen die Bildung von Wellen zur Folge hat, einer sphärischen und einer ellipsoidischen, deren Form der Umdrehung einer Ellipse um ihre Achse entspricht.

Auf ähnliche Weise, wie im Doppelspathe, geht die doppelte Brechung des Lichtes in jenen krystallisirten Körpern vor sich, deren Gestalt entweder dem rhomboedrischen, oder pyramidalen Systeme angehören, d. h. aus dem Rhomboeder, oder aus einer gleichkantigen vierseitigen Pyramide ableitbar ist.

§. 2. Doppelte Brechung in eigenthümlich behandelten Körpern.

Das Vermögen, das Licht doppelt zu brechen, ist eine bloße Folge der mit der krystallinischen Struktur verbundenen Verschiedenheit der Anordnung der Körpertheilchen nach verschiedenen Richtungen. Hebt man die Gleichförmigkeit dieser Anordnung in einem Stoffe durch einen einseitigen Druck oder durch Temperatur auf, so kann er die doppelte Brechung erlangen, wie dieß z. B. bei dem gepreßten und abgekühlten Glase stattfinden kann, obwohl das Glas in der Regel nicht doppelt brechend ist.

NB. In den bisher angemerkten Punkten über die Brechung des Lichtes, ist vorzüglich das Glas — das am meisten gebrauchte feste Material — berücksichtiget; in einer Schrift von größerm Umfange müßte bei Erörterung der dioptrischen Erscheinungen noch vieles von den neuern Physikern in Glas und andern Medien genau Beobachtete angegeben werden. — Von den vielen noch besprechbaren Sätzen, welche in die Lehre von der Dioptrik eingewiesen werden können, wird hier nur noch Folgendes bemerkt:

Gefärbte Gläser absorbiren gewisse farbige Lichtstrahlen, sind mithin in Rücksicht auf dieselben undurchsichtig.

Wenn ein Körper alle verschiedenfarbigen Lichtstrahlen nahe in demselben Verhältnisse absorbirt, so heißt er weiß; wenn er das Licht vernichtet, so nennt man ihn schwarz.

Jeder durchsichtige Körper kann in verschiedenartigen, dem Auge oft sehr gefälligen Farbenspielungen erscheinen, wenn er nur hinlänglich dünne Schichten bildet. Dieses kann man am leichtesten sehen an den Seifenblasen, an dünnen Luftschichten (Newton'schen Ringen), an Oeltropfen auf Wasserflächen....

II. Hauptstück.

Von der Polarisation des Lichtes.

1) Welche Bewegungen die Lichtwellen machen müssen, damit gesagt werden kann, daß Polarisation des Lichtes statt finde, ist (p. 220) angedeutet.

Der französische Physiker Malus entdeckte 1810 die besondere Eigenschaft

an den reflektirten Lichtstrahlen,

welche an den gebrochenen schon durch Huygens bemerkt wurde,

daß ein jeder von solchen, wenn ihm ein durchsichtiges Mittel entgegengehalten wird, nicht in allen Fällen, die gewöhnlichen Gesetze der Reflexion und Refraktion befolge. Er nahm an (nach der damals geltenden Emissionstheorie), daß die Lichttheilchen, kleinen Magneten ähnlich, mit Polen versehen seien, welche in einem

durch Reflexion unter einem schicklichen Winkel enthaltenen,

oder

aus doppelter Brechung hervorgehenden Strahle übereinstimmende Stellungen erlangt haben, weßhalb er solchen Strahl polarisirten nannte, während die Lichttheilchen in einem gewöhnlichen oder unpolarisirten Strahle alle möglichen Richtungen haben.

2) Die vorzüglichsten Erscheinungen und Eigenschaften der

durch regelmäßige, und } Reflexion und Brechung
durch unregelmäßige }

polarisirten Lichtstrahlen, haben die folgenden Zeilen anzugeben. Diesen Angaben folgen kurze Beschreibungen der zur bequemen Wahrnehmung des polarisirten Lichtes dienlichen Apparate (der Polarisationsapparate).

I. Artikel. Erscheinungen der durch regelmäßige Reflexion und Refraktion polarisirten Lichtstrahlen.

§. 1. Lichtpolarisation durch regelmäßige Reflexion.

1) Wenn ein gewöhnlicher Lichtstrahl (Fig. 52. a) AB auf eine Glastafel MN, welche auf der Rückseite etwa mit Tusch, schwarzer Oelfarbe oder mit Asphalt geschwärzt ist, unter dem Winkel von 35°25' auffällt, so wird er zum großen Theil den bekannten Gesetzen gemäß nach BC reflektirt. Der in der Richtung BC gespiegelte Strahl ist nun durch Reflexion polarisirt.

Man stelle sich vor, PQ sei eine zweite ebenfalls auf der Rückseite geschwärzte Glastafel, welche in jetziger Lage der vorhergehenden parallel ist, aber um die Achse BC gedreht werden kann. Der durch Reflexion polarisirte Strahl BC fällt auf diese Tafel PQ, und zwar unter dem Winkel von 35°25', und wird wieder reflektirt.

Bei der jetzigen Lage der Spiegel fällt die Reflexionsebene des obern Spiegels mit der des untern zusammen, und die Intensität des zum zweiten Male reflektirten Strahles hat das Maximum.

Hebt man durch Drehen des Spiegels PQ (von 0° bis 360°) um BC den Parallelismus der Spiegel auf, so nimmt die Intensität des zum zweiten Male zurückgeworfenen Strahles um so mehr

ab,	je mehr der Winkel der Reflexionsebenen wächst	von 0—90°,
zu,		von 90—180°,
ab,		von 180—270°,
zu,		von 270—360°.

Wenn die Reflexionsebenen aufeinander senkrecht stehen, so wird der Strahl BC gar nicht mehr reflektirt.

2) Der zweckmäßigste Apparat, die Polarisationserscheinungen bei gewöhnlicher Reflexion zu beobachten, mag der von Nörremberg sein. Diesen soll darstellen Fig. 52. b. In einem stabilen Gestell zw befinden sich am Rande diametral gegenüberstehend, zwei vertikal stehende Stäbe, zwischen denen ein (zu einer Vertikalen gewöhnlich unter 35°25′) geneigtes, ein Spiegelglas haltendes, bewegbares Rähmchen angebracht ist; auf dem Fußgestelle ist ein in wagerechter Lage auf der Rückseite belegter, gewöhnlicher Spiegel, welchen der polarisirte Strahl rechtwinklich trifft. Die obern Ende der Stäbe tragen einen in Grade getheilten Ring. Der Nullpunkt dieser Theilung liegt so, daß, wenn man sich durch die Punkte 0 und 180 eine Vertikalebene gelegt denkt, diese Ebene mit der Reflexionsebene des untern Spiegels (oder mit der Polarisationsebene der durch den untern Spiegel polarisirten Strahlen) zusammenfällt. In diesem getheilten Ring ist ein anderer drehbar, auf welchem diametral gegenüber zwei Säulchen stehen, die einen auf der Rückseite geschwärzten Spiegel (Zerlegungsspiegel) gehörig befestiget halten.

Der drehbare Ring enthält auf der vordern Hälfte eine Linie — den Index —, durch welche die Reflexionsebene des schwarzen Spiegels geht. — In der Mitte des Apparates ist ein zweiter Ring, der wieder einen andern drehbaren, mit einer die Oeffnung schließenden Glasplatte hält. Dieser Ring hat wieder eine Kreiseintheilung (der obern entsprechend), auf dem innern drehbaren ist ein Index.

Auf die letztbemerkte Glasplatte werden diejenigen durchsichtigen Gegenstände gelegt, deren Verhalten im polarisirten Licht man untersuchen will.

Zus. Der Winkel, aus der Vertikalen und dem polarisirenden Theil, für welchen die vollständige Polarisation stattfindet (für Glas also der von 35°25′), wird Polarisationswinkel genannt.

Die Ebene, mit welcher die Reflexionsebene eines Spiegels zusammenfallen muß, wenn er einen polarisirten Strahl möglichst vollständig reflektiren soll, heißt die Polarisationsebene des Strahls.

§. 2. Lichtpolarisation durch einfache Brechung.

1) Wenn Lichtstrahlen unter einem Winkel von 35°25' auf eine durchsichtige Glastafel fallen, so werden sie zum Theil reflektirt, und durch diese Reflexion polarisirt, zum Theil aber gehen sie durch die Glastafel hindurch. Die hindurchgegangenen Strahlen zeigen sich ebenfalls polarisirt. Läßt man die durchgegangenen Strahlen, deren Polarisation sehr schwach ist, auf mehrere der erstern parallele Glastafeln fallen, so zeigt sich sogar eine deutliche Polarisation.

2) Ein System von Glasplatten kann ganz gut in einem Polarisationsapparat die Stelle eines Zerlegungsspiegels vertreten.

Statt eines Zerlegungsspiegels kann man sich auch einer Turmalinplatte bedienen, deren Oberflächen der krystallographischen Hauptachse dieses Minerals parallel sind. Steht diese Hauptachse rechtwinklich auf der Polarisationsebene der einfallenden Strahlen, so läßt die Platte die Strahlen so vollständig hindurch, als es die Färbung des Minerals erlaubt. Wenn die Achse der Platte in der Polarisationsebene der einfallenden Strahlen liegt, so ist die Intensität des durchgegangenen Lichtes zum Minimum gekommen. Zwei Turmalinplatten können also einen kleinen Polarisationsapparat bilden.

Die Wirkung ist am stärksten, wenn der Winkel vom ursprünglichen Lichtstrahl und vom Einfallslothe beim Glase 54°35', beim Wasser 52°45', bei einer Diamantfläche 68° macht

II. Artikel. Erscheinungen der durch unregelmäßige Reflexion und ungewöhnliche Refraktion polarisirten Lichtstrahlen.

§. 1. Polarisation durch unregelmäßige Reflexion.

Das Licht, welches durch hell beleuchtete Flächen unregelmäßig nach allen Richtungen hin reflektirt wird, ist immer zum Theil polarisirt.

Selbst das Licht, welches wir von dem heitern Firmamente haben, ist oft stark polarisirt; denn wenn man mit einer Turmalinplatte dieses Licht untersucht, so findet man, je nach den Stellungen der Platte, den Himmel bald hell, bald dunkel.

§. 2. Polarisation durch doppelte Brechung.

Die Lichtstrahlen, welche durch einen doppeltbrechenden Körper gegangen sind, findet man immer polarisirt.

Prismen von doppeltbrechenden Substanzen können daher sehr gut statt der Polarisationsspiegel, oder statt der Turmalinplatten in Polarisationsinstrumenten angewendet werden.

Farben doppeltbrechender Krystallplatten im polarisirten Lichte.

Circulare und elliptische Polarisation.

NB. Die Bewegung der Wärmewellen ist im hohen Grade ähnlich der der Lichtwellen (p. 41). Die Wärmestrahlen sind sogar der Polarisation fähig, was sich am besten durch Glimmerblätter bei einem Polarisationswinkel von 33° nachweisen läßt.

II. Abschnitt.

Sehinstrumente.

Werkzeuge, deren man sich zum Sehen bedient, sind:
natürliche (die Augen), und
künstliche (die optischen Instrumente).

I. Kapitel.

Vom Auge und von den Bedingungen des Sehens.

§. 1. Vom Auge.

Das Auge (oder der dem Physiker wichtigste Theil des Auges — der Augapfel —) ist zu betrachten:

I. in anatomischer, und

II. in rein physischer Beziehung.

I. Der Augapfel (Fig. 53.) hat beinahe die Form einer Kugel, und besteht:

1) aus Häuten, und

2) aus sogenannten Feuchtigkeiten.

ad 1. Die Häute des Augapfels sind:

die harte Haut (a) mit der Hornhaut (a'),

die Aderhaut (unter der harten Haut) mit der Regenbogenhaut (b), in welcher das Lichtloch oder die Pupille ist, und

die innerhalb der Aderhaut liegende Netzhaut, welche eine Ausbreitung des Sehnerves (c) ist.

ad 2. Die Feuchtigkeiten des Augapfels sind:

die Glasfeuchtigkeit (a), eine im Innern befindliche, sehr durchsichtige Substanz,

die vorwärts elliptisch, und rückwärts parabolisch gekrümmte **Krystalllinse** (b), welche in einer mit einem Muskelbüschel versehenen Kapsel eingeschlossen ist, und

die **wässerige Feuchtigkeit** (c), zwischen der Linse und der Hornhaut.

In anatomischer Rücksicht ist Mehreres über das Auge in der Anthropologie und Naturgeschichte zu besprechen.

II. Die Flüssigkeiten des Auges haben solche Brechungsvermögen [84]), und sind von solchen Grenzen umgeben, daß sie als Sammellinsen dienen.

Bei guten optischen Instrumenten soll aufgehoben sein der Fehler wegen der Dispersion. Sehr meisterhaft wird der erste Fehler durch die Pupille auf ein Minimum gebracht; die Regenbogenhaut dient als Blendung, während die Muskeln nach Bedürfniß eine kleinere oder größere Oeffnung machen. Dem Flintglas entsprechend bricht die Krystallinse, und dem Crownglas entsprechend die sogenannte Glasfeuchtigkeit, und daher ist durch die Zusammensetzung beider der Achromatismus hergestellt.

Durch die Betrachtung des Baues des Auges kam schon **Euler** zu der Vermuthung, daß der chromatische Fehler in Linsen aufgehoben werden kann.

---

[84]) Es ist das Brechungsvermögen:

der wässerigen Feuchtigkeit = 1·29 : 1,

der krystallenen „ = 1·46 : 1, und

der glasartigen „ = 1·33 : 1.

Wenn ein dunkles Gemach eine Oeffnung hat, und in dieser Oeffnung sich eine durchsichtige Linse befindet, so werden die leuchtenden Gegenstände, welche der Linse gegenüber liegen, durch die Linse Licht in das Gemach senden, und sich treu auf einer Wand in demselben abbilden. — Ganz auf eine ähnliche Weise bilden sich auf der Netzhaut die außer dem Auge der Krystallinse gegenüber liegenden Gegenstände ab. Das Bild im Auge afficirt den Sehnerv, und regt dadurch das Empfindungsvermögen an, in Folge dessen man sehen kann.

§. 2. Bedingungen des Sehens von Seite des Objektes.

Wenn das Auge so beschaffen ist, daß es einen Gegenstand deutlich sehen kann, so muß das Objekt, damit sein Bild auf gehörige Weise wahrgenommen werden kann,

1) hinlänglich lang durch sein Licht einwirken,
2) hinreichende Helligkeit besitzen,
3) eine gewisse Ausdehnung haben, und
4) in einer zweckmäßigen Lage sein.

ad 1.

Es muß ein jeder Lichteindruck eine, wenn auch (für Manchen fast unmerkliche) kurze Zeit andauern, um in dem Auge ein Bild hervorzubringen.

Eine Flintenkugel aus einem Gewehr geschossen, sieht man deßhalb nicht leicht fliegen, weil sie im Fluge zu große Geschwindigkeit hat.

Der Lichteindruck wirkt dann noch eine Zeit lang fort, wenn auch die Einwirkung selbst aufgehört hat.

Eine glühende Kohle in einem Kreise schnell bewegt, zeigt das Bild eines roth und schwarz gestreiften Bandes. Der Thaumatrop täuscht das Auge. Die stroboskopischen

Scheiben (von Stampfer) zeigen gemalte Figuren in Bewegung....

ad 2.

Es muß der Gegenstand eine gehörige Lichtmenge in das Auge senden. Wer weiß nicht, daß man nicht bloß wegen zu wenig Licht, sondern auch wegen zu viel Licht manchmal nicht sieht! Dieses erfahren diejenigen, welche von einem sehr dunkeln Ort plötzlich in einen sehr hellen kommen.

Es bedingt die erfoderliche Helligkeit auch die Farbe; wohl hängt diese nur zum Theil von dem Gegenstande ab, welcher das Licht in das Auge sendet (und zum Theil von dem sehenden Subjekte).

Eine rein objektive Farbe gibt es nicht. Die Farbe ist von dem Farbestoff wohl zu unterscheiden.

ad 3.

Die Ausdehnung, welche ein Gegenstand haben muß, damit er gesehen werden kann, hängt ab von der Beschaffenheit des Auges und von der Beleuchtung des Gegenstandes.

Nach der Größe des erhaltenen Bildes bestimmt man die scheinbare Größe der auf einmal übersehenen Gegenstände.

Man hat wahrgenommen, daß in jedem normalen menschlichen und thierischen Auge ein Punkt sich findet, durch welchen alle Hauptstrahlen, die von den leuchtenden Punkten eines Gegenstandes ausgehen, hindurchziehen und sich in diesem Punkte schneiden oder kreuzen, und dieser Punkt heißt der Kreuzungspunkt im Auge.

Die Linien selber, welche sich im Kreuzungspunkte schneiden, werden Richtungslinien genannt.

Der Winkel, welcher von diametralen Grenzpunkten eines Gegenstandes in dem Kreuzungspunkt seinen Scheitel hat, wird Gesichtswinkel genannt.

Der Gesichtswinkel ist bestimmend für die scheinbare Größe, und mit den scheinbaren Größen aller Durchmesser ist der Umriß der uns zugekehrten Fläche eines Gegenstandes, und zum Theil die Gestalt desselben gegeben.

ad 4.

1) Nur der von einem Licht getroffene Punkt der Netzhaut ist der eigentliche Sitz der dem Sehen entsprechenden Nervenaffektion. Ein kräftiger, an einer Stelle der Netzhaut hervorgebrachter Eindruck erstreckt sich auch auf seine Umgebung, und affizirt die nächstliegenden Nerventheilchen durch die sogenannte Irradiation.

2) Es ist klar, daß, wenn das Auge eine unabänderliche Einrichtung hätte, nur von Gegenständen, die eine gewisse Entfernung vom Auge haben, die Bilder auf die Netzhaut fallen könnten. Aus der Erfahrung aber wissen wir, daß unsere Augen von einem Gegenstande deutliche Bilder aufzunehmen vermögen, wenn dieser auch in verschiedenen Distanzen von jenem entfernt ist; man ist hiedurch überzeugt, daß die Augen eine gewisse Richtkraft besitzen. Diese Richtkraft hat aber ihre Beschränkung, und die Erfahrung zeigt, daß das menschliche Auge im gesunden Zustande das Bild eines Gegenstandes nur dann deutlich auf die Netzhaut zu bringen vermag, wenn der Gegenstand 8 bis 10 Zoll von der Krystalllinse steht. Diese begrenzte Distanz heißt Sehweite, oder Entfernung des deutlichen Sehens.

Bei einigen Menschen ist die Sehweite bedeutend kleiner, bei denen, die an Kurzsichtigkeit (Myopie),

größer, bei denen, die an Weitsichtigkeit (Presbyopie) leiden.

Erleichterung zu finden suchen in ihrer Krankheit:
die Kurzsichtigen durch Zerstreuungslinsen,
die Weitsichtigen durch Sammellinsen.

Kurzsichtig wurden wohl schon Viele dadurch, daß sie Uebungen im Fernsehen vernachläßigten (— Möchten doch die Erzieher nicht dulden, daß die Kinder beim Lesen und Schreiben das Gesicht nahe an das Papier bringen!—), oder dadurch, daß sie sich zu bald der Brillen von Zerstreuungsgläsern bedienten (— Ein Gesetz, durch welches jungen Leuten das Tragen von Brillen verboten wird, ist wahrlich väterliche Wohlthat!—)

Kurzsichtige können durch Sammellinsen, und Fernsichtige durch Zerstreuungslinsen die Krankheit ihrer Augen zum Theil heilen; oder die ersten wie zweiten werden Verbesserung der verdorbenen Augen finden, wenn sie oft durch eine in ein Kartenblatt gemachte Oeffnung sehen.

Wer eine Brille haben muß zum Deutlich-sehen, der nehme zum gewöhnlichen Gebrauch nie eine solche, mit welcher er am schärfsten sieht, und gewählte bringe er gehörig vor das Auge.

Die Instrumente, mittelst welcher die Brillenverkäufer schnell die Brennweite der dem kranken Auge angemessenen Brille erkennen wollen, heißen Optometer.

3) Die Bilder der Gegenstände erscheinen zwar im Auge, wir versetzen sie aber auf eine uns unerklärliche Weise in eine Entfernung, von welcher wir nicht mehr wissen, als unser Urtheil angibt:

1) aus dem Winkel der Augenachsen,

Schielen, Irrung beim Sehen mit einem Auge. Mit zwei normalen Augen sieht der Mensch einen Gegenstand nur einmal.

Sehr lange, parallele Reihen von Häusern (z. B. in langen Straßen), von Bäumen (z. B. in Alleen...) scheinen zuletzt zusammenzulaufen.

2) aus der Stärke des Lichtes vom Objekte,
3) aus der scheinbaren Größe des Objektes,
4) aus der Menge der zwischen dem Auge und dem Objekte liegenden Gegenstände, und
5) aus der Lage des Objektes zu Gegenständen von bekannter Entfernung.

Das Bild im Auge ist gewendet, und doch sieht der Mensch die Gegenstände aufrecht.

Perspektivisches Zeichnen. Optische Anamorphosen.

II. Kapitel.

Von den optischen Instrumenten.

1) Eine Vorrichtung, mittelst welcher ein Objekt, welches vom natürlichen Auge entweder

1) wegen ungeeigneter Stellung (oder Lage),
2) wegen zu geringer Ausdehnung, oder
3) wegen zu großer Entfernung

} nicht deutlich gesehen werden kann,

in einem deutlichen Bilde gezeigt wird, heißt ein optisches Instrument.

2) Jener Theil des Instrumentes, auf welchen der beobachtete Gegenstand zuerst optisch wirkt, heißt Objektiv, und der Theil, dessen sich das Auge zuerst bedient, heißt Okular.

3) Die Hauptbestandtheile der optischen Instrumente sind entweder Spiegel und Linsen — katoptrische —, oder bloß Linsen — dioptrische Instrumente —.

§. 1. Camera obscura und Camera lucida.

Von den optischen Instrumenten, durch welche Bilder von Gegenständen zu gewissen Zwecken in günstigen Lagen erscheinen, sind vorzüglich bemerkenswerth:

1) die Camera obscura (von dem Neapolitaner Porta um Mitte des 17. Jahrhunderts erfunden), welche leicht und in verschiedenen Formen gefertiget werden kann — Fig. 54. a und b stellen solche dar —, und

2) Wollaston's Camera lucida oder clara, welche vorzüglich den Zeichnern dient.

Von dem Heliostat, Heliotrop, Reflexionsgonometer, Spiegelsextant... kann hier eine Erinnerung Platz finden. In diesen sind Hauptbestandtheile die Spiegel.

§. 2. Von den Mikroscopen.

Optische Instrumente, durch welche das Bild von einem sehr kleinen Objekte viel größere Dimensionen enthält, als der Gegenstand hat, heißen Mikroscope.

Solche Instrumente sind:

1) das Mikroscop von Amici, das Gas- und das Lampenmikroscop (— die Zauberlaterne Fig. 55. —), das Sonnenmikroscop (Fig. 56.); dann

2) die Vergrößerungsgläser im engern Sinne.

ad 1.

Das Sonnenmikroscop, dessen optische Wirkungen zu den interessantesten und bewunderungswürdigsten gehören,

besteht aus einem Systeme von Gläsern, welche zur Beleuchtung der Objekte dienen, und aus einem Systeme von Linsen von kurzer Brennweite, welche ein Sammelbild der Objekte geben.

Der Spiegel MN, welcher durch die Schraube und das Rädchen bei N in vertikaler Richtung bewegt werden kann, reflektirt das Sonnenlicht nach der Röhre AB parallel mit der Achse derselben. Die Linse C macht die Strahlen convergirend, noch mehr die Linse D. Letztere Linse kann durch ein Getriebe mit einer Schraube E bewegt werden. G und H sind Messingplatten, unveränderlich verbunden durch Stäbe, um welche spiralförmig gewundene Federn gehen, um die bewegbare Haltplatte K gegen H drücken zu können. Zwischen H und K müssen die zu beobachtenden Gegenstände (welche von Glastafeln getragen werden) eingeschoben werden. Die Vergrößerung des Bildes wird durch die achromatische Objektivlinse l bewerkstelliget. Das Getriebe bei O dient dazu, die Linse nach Belieben zu oder von dem Gegenstande zu bewegen, bis man auf einem Auffangschirm ein scharfes, helles Bild hat.

Wenn man die Distanz des Bildes von der Objektivlinse durch die Entfernung des Gegenstandes von der genannten Linse theilt, und den erhaltenen Quotus mit sich selber multiplizirt, so hat man eine Zahl, welche angibt, wie vielmal der Durchschnitt des untersuchten Gegenstandes in der Fläche des deutlichen Bildes enthalten ist (durch welche gewöhnlich das Vergrößerungsvermögen des Instrumentes bezeichnet wird).

ad 2.

Unter den optischen Instrumenten nehmen den zweiten Rang ein die Vergrößerungsgläser im engern Sinn. Der

Zweck dieser Instrumente ist, daß ein jedes Objekt oder jeder Theil eines Objektes, der wegen seiner Kleinigkeit auch von einem weitsichtigen Auge nicht unter einem gehörigen Winkel betrachtet werden kann, für das Auge deutlich erkennbar gemacht werde.

Die Vergrößerungsgläser bestehen größtentheils aus einem Systeme von Gläsern, welche die Lichtstrahlen, die von einem leuchtenden Körper ausgehen, so lenken, daß sie deutlich wahrgenommen werden können; sie heißen:

I. einfache, wenn zwischen dem Systeme der Gläser von ihnen kein wahres Bild dargestellt wird, und

II. zusammengesetzte, wenn die Strahlen innerhalb des Systems sich zu einem wahren Bilde vereinigen.

I. Von den einfachen Vergrößerungsgläsern.

Die einfachen Vergrößerungslinsen können aus einer Linse bestehen, oder aus mehreren.

1) Wenn das Vergrößerungsglas eine einzige Linse ist, so muß sie immer convex sein, und heißt:

eine Loupe, wenn die Brennweite einige Zoll beträgt,

ein Mikroscop (vorzugsweise), wenn die Fokallänge kleiner ist, als die deutliche Sehweite.

Die Vergrößerungszahl ist um eine Einheit größer, als der Quotus aus der natürlichen Sehweite des Auges, getheilt durch die Brennweite der Linse. [85])

2) In den einfachen Mikroscopen aus mehreren Linsen werden die Gläser nahe aneinander gebracht. Sie gewähren

---

[85]) D. h. $m = \frac{k}{f} + 1$.

eine bedeutende Lichtstärke und verursachen, daß die sphärische Abweichung gering wird.

II. Von den zusammengesetzten Vergrößerungsgläsern.

Eine bedeutende Vergrößerung fordert eine sehr kleine Fokallänge; dann muß der zu betrachtende Gegenstand zur Vergrößerung nahe an die Linse, und die Linse mit dem Gegenstand sehr nahe an das Auge gebracht werden. Es wird dabei das Gesichtsfeld sehr klein, und die Lichtstärke kann somit wegen der Kleinigkeit der Oeffnung nicht groß werden. Diesem Fehler wird abgeholfen, wenn man den Gegenstand nicht unmittelbar, sondern mittelbar betrachtet, indem man von einer Linse ein wahres Bild bilden läßt, und solches in einem Systeme von Gläsern mit einem Oculare beschaut.

Die Instrumente, deren man sich hiebei bedient, sind die zusammengesetzten Mikroscope, von denen jedes im Wesentlichen aus einem Objektiv, und aus einem Ocular bestehet, und gewöhnlich aber noch eine Collectivlinse hat.

Die zusammengesetzten Vergrößerungsgläser, welche in höchster Einfachheit um 1620 aus den Händen der Erfinder hervorgegangen, werden jetzt mit großem Kunstaufwand der höhern Technik verfertiget. Außerdem, daß die neuern zusammengesetzten Mikroscope drei Linsen haben, sind sie noch öfters versehen mit Spiegeln, um durch diese eine größere Lichtmenge auf den Gegenstand zu bringen, und mit Blenden.

Vorzügliche Dienste leisten die Mikroscope den Naturforschern überhaupt.

§. 3. Von den Telescopen.

Die Telescope oder Fernröhre heißen:

1) wenn sie katoptrische Instrumente sind, Reflektoren,

2) wenn sie dioptrische Instrumente sind, Refraktoren.

Refraktoren von besonderer Größe heißen Tubusse.

ad 1.

Bis zu der Zeit, in welcher man sich erst überzeugte, daß Linsen achromatisch gemacht werden können, wurden die Fernröhren von bedeutender Größe immer verfertiget aus Spiegeln und aus Linsen. Man hatte vorzüglich vier Arten von solchen Telescopen, nämlich:

a) das Newton'sche,
b) das Gregory'sche,
c) das Cassegrain'sche, und
d) das Herschel'sche.

Das Newton'sche Telescop besteht aus einem im Innern geschwärzten, am Boden mit einem Hohlspiegel versehenen Rohr, welches an der Seite eine Oeffnung hat, in welcher gehalten wird eine Linse, welcher gegenüber in der Achse des Rohrs ein kleiner Planspiegel (unter 45° geneigt) angebracht ist.

Die (Fig. 57. a) bei **MN** parallel eintretenden Strahlen werden von **AD** convergirend nach **C** zurückgeworfen, und können durch das Ocular in **D** beobachtet werden.

Das Gregory'sche Telescop besteht ebenfalls aus einem im Innern geschwärzten Rohre, und hat an dem Boden ebenfalls einen Hohlspiegel, welcher in der Mitte eine mit einem

Ocular versehene, kreisförmige Oeffnung hat, welcher Oeffnung in der Achse des Rohrs ein kleiner, beweglicher Hohlspiegel gegenüber steht.

Die (Fig. 57. b) bei **MN** parallel eintretenden Strahlen werden von **AB** so reflektirt, daß innerhalb der Brennweite des kleinen Hohlspiegels ein reelles verkehrtes Bild ii' entsteht. Dieser kleine Concavspiegel wendet das Bild ii' und macht nn', welches von dem Ocular betrachtet wird.

Das Cassegrain'sche Telescop unterscheidet sich von dem Gregory'schen dadurch, daß der kleine Spiegel nicht ein Concav- sondern ein Converspiegel ist.

Der kleine Converspiegel in Cassegrain's Telescop fängt die vom großen Hohlspiegel kommenden Strahlen auf, ehe sie sich zum Bilde vereiniget haben, und reflektirt sie in verringerter Convergenz gegen das Ocular.

Das Herrschel'sche Fernrohr besteht aus einer im Innern geschwärzten Röhre, in welcher ein gegen die Achse der Röhre etwas geneigter Hohlspiegel sich befindet, und aus einem Ocular, welche an der Oeffnung der Röhre so angebracht ist, daß die vom Hohlspiegel zurückgeworfenen Strahlen durch solches beobachtet werden können.

Das sogenannte Riesentelescop, womit Herschel einen vorzüglich großen Theil seiner Entdeckungen machte, wog 25 Centner (Instrumente, wie Herschels Fernrohr, müssen immer große Spiegel haben, werden somit nie von geringem Gewichte sein); solches hatte im Durchmesser 4 Fuß, und dessen Brennweite betrug 40 Fuß; indem es über 36000 mal mehr Licht in das Auge brachte, als von

dem Objekte frei dahin hätte gelangen können, vergrößerte es um das 7000 fache.

ad 2.

Der Haupttheil eines jeden dioptrischen Fernrohrs ist das Objektiv, und nach diesem wird auch der Werth eines solchen Instrumentes vorzüglich geschätzt; ihre verschiedenen Namen haben aber diese Telescope doch besonders von Berücksichtigung der Oculare, und ein solches kann heißen:

a) ein holländisches oder Galilei'sches,

b) ein astronomisches, oder

c) ein terrestrisches Fernrohr.

Das holländische Fernrohr, das älteste Instrument zum Fernsehen, wurde von Hans Lipperschey erfunden. Es besteht (Fig. 58. a) aus einem convexen Objektivglas und einem concaven Okular, welche ungefähr um den Unterschied ihrer Brennweiten von einander abstehen. Durch ein solches sieht das Auge ein aufrechtes geometrisches Bild.

Die Vergrößerung ist ungefähr dem Quotienten aus der Brennweite des Objektivglases und der des Okulars gleich. [86])

Gebraucht werden sie meistens nur als Theaterperspektive; sie sind als Reiseperspektive wegen ihrer geringen Länge sehr bequem, und führen den Namen Feldstecher.

Das astronomische oder Keppler'sche Fernrohr (Fig. 58. b) besteht aus einem convexen, achromatischen Objektivglas und einem convexen Okular. Das Objektivglas macht in der Vereinigungsweite ein verkehrtes physisches Bild

---

[86]) Genauer ist die Vergrößerung $m = \frac{f}{f' + \delta}$.

vom Gegenstande, welches durch das Okular, wie durch eine Loupe betrachtet wird. Das Objektivglas oder das Okular muß in der Richtung der Achse sich bewegen lassen, weil die Vereinigungsweite für nahe und entfernte Gegenstände eine verschiedene ist, und weil Kurzsichtige das Okular dem Bild näher bringen müssen, als Fernsichtige.

Die Vergrößerung gleicht beinahe dem Quotienten aus der Brennweite des Objektivglases, getheilt durch die des Okularglases. [87])

Ein Erdfernrohr erhält man, wenn man mit dem Objektivglas ein dreifaches, oder gar ein vierfaches Okular verbindet. Ein solches zeigt irdische Gegenstände stark vergrößert und doch in einem aufrechten Bilde. Das Innere eines solchen soll Fig. 58. c darstellen.

Das Objektivglas A macht von einem entfernten Gegenstand (dessen Durchschnitt MN sein mag) ein verkehrtes Bild nm; von diesem fallen die Strahlen auf das erste Okularglas B, gehen von diesem auf das zweite C, und auf das dritte und vierte D und E, so, daß entweder hinter C oder hinter D ein aufrechtes Bild m′n′ des Gegenstandes entsteht, welches durch die zwei oder durch die eine noch übrige Okularlinse angesehen, in der deutlichen Sehweite erscheint.

Die Vergrößerung eines solchen Instrumentes ist abhängig von dem Verhältnisse der Brennweiten der einzelnen Linsen, und von ihrer gegenseitigen Entfernung.

Die vollendetsten Refraktoren sind bis jetzt unbezweifelt aus Frauenhofer's und Utzschneider's optischem Institute in München hervorgegangen. In diesem Institute wurde z. B. gefertiget das berühmte Fernrohr, welches zu Dorpat aufgestellt ist.

---

[87]) Genauer ist $m = \frac{f}{f' - \delta}$.

II. Abtheilung.

Die Lehre { vom Magnetismus, und
von der Elektrizität.

Die Theilchen der Körper kann man in Zuständen finden, in welchen sie gegeneinander eigenthümliche, in die Ferne wirkende,

anziehende und festhaltende, oder

anziehende und abstoßende

Kräfte äußern; solche Zustände sind diejenigen, welche man bezeichnet mit den Benennungen:

Magnetismus, und

Elektrizität.

Das Wesen oder die charakteristische Eigenthümlichkeit der Zustände kann nicht leicht durch eine Definition angegeben werden.

I. Unterabtheilung.

Von dem Magnetismus.

1) Das Wort Magnetismus bezeichnet denjenigen eigenthümlichen Zustand, in welchem ein Körper auf andere anziehend wirken, und diese mit einer bestimmten Kraft festhalten kann. Ein Körper, der Magnetismus besitzt, heißt Magnet.

Nach Coulomb's Beobachtung ist jeder Körper für den Magnetismus fähig.

2) Das Eisen zeigt in seinen Verbindungen (mit dem Kohlenstoffe besonders) als Stahl, entweder

von Natur, oder

in Folge einer geeigneten Behandlung

die Fähigkeit, Eisen anzuziehen, und mit einer gewissen Kraft festzuhalten.

Magnete, welche diese Kraft schon von Natur besitzen, heißen natürliche Magnete.

Starke, natürliche Magnete findet man nur am Ausgange eines magnetischen Eisenerzlagers, oder, wie die Bergleute sich ausdrücken, zu Tage.

Diejenigen Magnete, welche erst in Folge einer eigenthümlichen Behandlung mit magnetischer Kraft auftreten können, heißen künstliche.

Man hat diese Eigenschaft schon in den frühesten Zeiten (um 600 vor Chr.) wahrscheinlich zu Magnesia zuerst an dem Eisen bemerkt. Die Benennung Magnet soll von Magnesia, oder von dem griechischen Worte μάγνης (= Stein mit magnetischer Eigenschaft) genommen sein.

I. Abschnitt.

Von den Erscheinungen, welche man durch Magnete sehen kann, und von der Erzeugung der künstlichen Magnete.

§. 1. Erscheinungen, welche man durch Magnete im engern Sinne sehen kann.

1) Bringt man einen Magnet mit einem andern Eisen in Berührung, so wird dieses von dem Magnet mit einer bestimmten Kraft angezogen und festgehalten.

2) Diese Anziehung findet auch noch Statt in einer gewissen Entfernung (in der magnetischen Atmosphäre), und selbst dann noch, wenn zwischen Magnet und Eisen ein anderer Gegenstand (z. B. Glas, Holz, Papier...) gebracht wird. Kleine Stückchen von Eisen können daher auf einem Tisch durch einen unter dem Tisch bewegten Magnet leicht bewegt werden.

3) Ein Magnet macht nicht magnetische Eisentheile im Augenblick der Berührung selbst magnetisch. An Stückchen von Eisendraht kann man sich von diesem überzeugen.

Ist das berührte Eisen weich, so verliert es, wenn es von dem Magnet entfernt wird, die erhaltene magnetische Kraft fast augenblicklich wieder; ist es aber etwas gehärtet, so bleibt die magnetische Kraft, wenn auch das Eisen vom Magnet weggenommen ist.

Weil der durch Berührung erzeugte Magnetismus an hartem Eisen bleibend sich zeigt, so ist durch Streichen ein künstliches Erzeugen von Magneten möglich.

Nicht alle Metalle (z. B. Eisen, dann Kupfer, Zinn) sind auf gleich leichte Weise in den magnetischen Zustand zu versetzen.

4) Die anziehende Kraft eines Magnetes ist nicht an allen Stellen des Eisens gleich groß; am größten ist sie an den Enden und Ecken, welche sich entgegengesetzte Endpunkte bilden. Diese Punkte werden Pole der Magnete genannt.

Neutrale Linie oder Mittellinie.

5) Hängt man einen Magnet so auf, daß er sich im Horizont nach allen Richtungen bewegen kann, so wird ein Pol immer nach Norden, der andere immer nach Süden zeigen.

Der nach Norden gewendete heißt deßhalb (wiewohl nicht ganz richtig) Nordpol, und der nach Süden zeigende (mit demselben Grunde) Südpol.

Ein magnetischer Eisenstab (etwa in Form eines Pfeiles), welcher sich frei bewegen kann und mit einem Hütchen versehen ist, und dann so von einer senkrecht gerichteten Nadel unterstützt wird, heiße Magnetnadel. Eine gut construirte Magnetnadel zeigt nicht immer genau nach Norden, sondern weicht (jetzt circa 15 Grad) von Norden nach Süden ab, und man sagt daher, sie deklinirt. Ein Instrument, welches dieses Dekliniren (die Deklination) anzeigt, wird Deklinatorium genannt.

Zus. Ein größter Kreis, welcher durch die Deklinationspunkte des Deklinatoriums, und Zenith und Nadir der Erde geht, heißt magnetischer Meridian.

Nähert man einen Pol eines Magnetes dem gleichnamigen eines andern (z. B. den Südpol dem Südpol—), so wird derselbe abgestoßen; bringt man hingegen ungleichnamige Pole von Magneten (Südpol und Nordpol) zusam-

men, so werden sich beide anziehen. Es gilt daher der Satz: Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Die Pole, welche sich abstoßen, heißen feindliche; die, welche sich anziehen, werden freundliche genannt.

Wird der eine Pol, etwa der Nordpol mit + bezeichnet, so hat der andere das Zeichen —; und wirklich nennen die Physiker den Nordpol gerne den positiven, und den Südpol den negativen Pol eines Magnetes.

Durch Streichen erhält man entgegengesetzte magnetische Pole.

Mittelst einer Magnetnadel läßt sich finden:

ob ein Körper im magnetischen Zustand sei oder nicht, und

welchen Pol jede Seite eines magnetischen Stabes habe.

Denn bringt man einen zu untersuchenden Körper, der nach seiner Materialität für Magnetismus zwar fähig, aber noch unmagnetisch ist, in die Nähe einer Magnetnadel, so wird er von jedem der beiden Pole der Magnetnadel angezogen und festgehalten, es gilt daher die Regel: Wird ein Körper von jedem der beiden Pole durch Magnetnadel angezogen und festgehalten, so ist er nicht in magnetischem Zustande.

Bringt man einen magnetischen Körper in die Nähe einer Magnetnadel, so wird sein Nordpol vom Südpol der Nadel angezogen und vom Nordpol abgestoßen, oder sein Südpol wird den Südpol der Nadel abstoßen und den Nordpol anziehen, daher gilt die Regel: An einem magnetischen Körper ist der Pol als Südpol anzusehen, der den Südpol der Nadel abstoßt, und den Nordpol der Nadel anzieht.

6) Wenn ein Magnet im Schwerpunkt so aufgehängt ist, daß er nach allen Richtungen vertikal sich bewegen kann, so behält er äußerst selten die senkrechte Lage, d. h. er wird fast immer gegen den Horizont geneigt sein; man sagt dann von diesem Magnet, er inclinirt. Ein Instrument, das diese Inclination anzeigt, heißt Inclinatorium. Der Winkel, unter welchem eine Magnetnadel zum Horizont inclinirt (beträgt gegenwärtig bei 65 Grad) heißt Inclinationswinkel.

Zus. Eine senkrechte Fläche auf der Inclinationsnadel bis an das Himmelsgewölbe erweitert gedacht, heißt der magnetische Aequator.

7) Das Gewicht wird nicht geändert an einem Magnet durch das Magnetisiren, weder das des Magnetes, mit dem magnetisirt wird, noch das desjenigen, welcher magnetisirt wird.

8) Mehrere Magnete mit einander verbunden wirken wie ein einziger, haben nur zwei Pole; die Verbindung heißt Magazin oder Batterie. Zerbricht man aber einen Magnet, so erhält man mehrere vollkommene Magnete, jeden mit Süd- und Nordpol versehen.

9) Die magnetische Kraft bleibt an einem Magnet nur dann, wenn der Magnet immer thätig sein kann; deßwegen gibt man an die Magnete immer eine Vorlage, welche Anker oder Armirung genannt wird.

§. 2. Von der künstlichen Erzeugung der Magnete.

Man darf sagen, die künstliche Erzeugung der Magnete kann auf zweierlei Art geschehen:

a) auf gewöhnliche, und
b) auf ungewöhnliche Art.

ad a.

In der gewöhnlichen Art, im Streichen, unterscheidet man:

I. den einfachen Strich, wenn das Streichen mit einem Pol geschieht,

II. von dem Doppelstrich, wenn das Streichen gleichzeitig mit beiden Polen vollzogen wird.

Eine Vornahme des einfachen Streichens besteht darin, daß man einen Pol eines Magnetes auf das eine Ende eines geraden Stahlstabes setzt, und ihn in einem Zuge gegen das andere Ende hin bewegt, und da entweder seitwärts abzieht, oder über das Ende hinausführt. Der hiedurch erzeugte Magnetismus wird um so stärker, je öfter dieses Verfahren wiederholt wurde, indem man jedesmal den abgezogenen Pol in einer Entfernung von dem Stabe an seine ursprüngliche Stelle zurückbrachte.

Wenn (Fig. 59. a) AB der zu magnetisirende Stab ist, und führt man den Nordpol eines magnetisirenden Magnetes von A gegen B hin, so zeigt die Probenadel bei A einen Nord- und bei B einen Südpol.

Entmagnetisiren. Zwischenpole oder Folgepunkte.

Der Doppelstrich wird vorgenommen:

sowohl an den geraden Eisenstäben, als
an den sogenannten hufeisenförmigen Magneten.

Will man einen großen, geraden Eisenstab durch den Doppelstrich magnetisiren, so stelle man in die Mitte des zu magnetisirenden Stabes die entgegengesetzten Pole zweier Magnete (M und M′) geneigt (wie Fig. 59. b vorbildet), und bewege beide mit starker Reibung nach demselben Stabende hin, alsdann zurück dem ganzen Stab entlang. Nachdem

man sie auf diese Weise zusammen hinlänglich oft hin und her geführt hat, hebt man sie von der Mitte des Stabes wieder ab.

Um einen hufeisenförmigen Stab A (Fig. 59. c) durch den Doppelstrich zu magnetisiren, lege man ihn auf eine Fläche, bringe an die beiden Enden einen Anker B, und setze senkrecht einen hufeisenförmigen Streichmagnet (M) mit jedem Pol auf einen Schenkel des zu magnetisirenden Hufeisens, und zwar:

entweder so nahe als möglich an den Anker,
oder an die Wölbung des Eisens.

Hat man den Streichmagnet bei der Wölbung aufgesetzt, und führt man ihn gegen den Anker, so erhält jedes Schenkelende des Hufeisens die dem aufgesetzten Pole entgegengesetzte Polarität. Durch gehörige Wiederholung des Striches kann die magnetische Kraft sehr gesteigert werden.

Umkehren der Pole.

ad b.

Magnetisch kann Eisen noch gemacht werden durch Reiben, Schlagen, Aufhängen oder Stellen im magnetischen Meridian, durch Einwirkung des Sonnenlichts....

Eine höchst ausgezeichnete Art, Eisen stark magnetisch zu machen, wird in der Lehre vom Galvanismus angegeben werden.

* * *

Um sich die verschiedenen Erscheinungen an Magneten zu erklären, nimmt man an:

1) Es seien in jedem Magnete zwei verschiedene, höchst feine Stoffe — sogenannte (südliche und nördliche) magnetische Flüssigkeiten — vertheilt.

I. Kapitel.

Magnetische Kraft an Eisenstäben.

§. 1. Gesetz der magnetischen Anziehung und Abstoßung.

Es verhalten sich die von einem Pole eines Magnetstabes auf die Theilchen einer Magnetnadel ausgehenden Kräfte verkehrt wie die Quadrate der Distanzen. [89])

---

[89]) D. h. $P : p = d^2 : D^2$.

Beweis. Um sich von der Wahrheit dieses Satzes zu überzeugen, bringe man parallel dem magnetischen Meridian einen Magnetstab von beträchtlicher Größe und untersuche, wie viel Schwingungen eine Magnetnadel, welche vorher blos unter Einfluß des Erdmagnetismus oscillirte, jetzt (unter Einfluß des Erdmagnetismus und des Stabes) mache. Diese Untersuchung mache man mit zwei verschiedenen Magneten. Nach diesen Beobachtungen läßt sich leicht eine Proportion bilden, welche die Richtigkeit des ausgesprochenen Satzes nachweiset. Gesetzt, es geschehen in einer bestimmten Zeit (= Z) unter Einfluß des Erdmagnetes und eines Magnetstabes N Schwingungen, während unter Einfluß des Erdmagnetes allein nur n Oscillationen gemacht wurden, so hat man (wenn H die horizontale Componente des Erdmagnetismus, und P die Wirkung des Magnetes bezeichnet) für die Dauer einer Schwingung:

Zus. Aus dem früher Angegebenen ist klar, daß Magnete um so mächtiger aufeinander wirken, je größer die Mengen der magnetischen Flüssigkeiten in ihnen sind. Jetzt kann aber auch folgender Satz ausgesprochen werden:

„Die Stärke ($=p$) der zwischen zwei Quantitäten ($=m$ und m') magnetischer Flüssigkeiten herrschenden Kraft ist direkt bestimmt durch die Quantitäten, und indirekt durch das Quadrat der Distanz ($=d$) der Mengen." 90)

---

bei bloßem Erdmagnetismus $T=\frac{Z}{n}=\pi\sqrt{\frac{C}{HM}}$,

bei Erdmagnetismus und Magnetstäben $t=\frac{Z}{N}=\pi\sqrt{\frac{C}{(H+P)M}}$.

Aus diesen Ausdrücken bildet eine einfache Reduktion:

$$\frac{P}{H}=\frac{N^2}{n^2}-1=\frac{N^2-n^2}{n^2}. \quad \text{I.}$$

Findet man die Nadel zum zweitenmal unter Einwirkung ($=p$) eines Stabes N, Schwingungen in der Zeit Z machen, so erhält man (weil H und n unveränderlich sind):

$$\frac{p}{H}=\frac{N_,^2}{n^2}-1=\frac{N_,^2-n^2}{n^2}. \quad \text{II.}$$

Daher wird $P:p=(N^2-n^2):(N_,^2-n^2)$.

Die Erfahrung zeigt, daß $d^2:D^2=(N^2-n^2):(N_,^2-n^2)$, woraus sich ergibt: $P:p=d^2:D^2$.

90) D. h. $p=\frac{m.m'}{d^2}$.

§. 2. Fernwirkung eines Magnetstabes auf einen andern Magnet.

Hier ist blos nöthig, daß angegeben werde die Einwirkung eines Magnetstabes auf einen mit Magnetismus begabten Punkt [91]), und zwar besonders:

---

[91]) Wir berechnen die Einwirkung für einen beliebigen Winkel $ACN = \alpha$, und schließen aus der erhaltenen Formel auf die Wirkungen bei den Winkeln $\alpha' = 90°$ und $\alpha'' = 180°$.

Es sei Fig. 61. SN die Richtung der magnetischen Achse eines Stabes; in C sei die Mitte, und in B ein Theilchen $(= \mu)$ von dem Fluidum des Stabes. In dem Punkte A befinde sich ein wenig magnetische Flüssigkeit $(= m)$.

Ist der Ausdruck der Einwirkung von μ auf m nemlich:

$$r = \frac{\mu m}{AB^2} = p + q = \frac{\mu m}{AB^2} \times \frac{HD}{AB} + \frac{\mu m}{AB^2} \times \frac{AD}{AB},$$

so kann man von diesem auf den Werth von $R = r + r_{,} + r_{,,} \ldots$ schließen.

Man setze $AC = d$, $AD = a$, $CD = b$, und $CB = \delta$.

Es wird $AB = \sqrt{(b-\delta)^2 + a^2} = \sqrt{d^2 - 2b\delta + \delta^2}$,

beinahe also $AB^3 = \left(d - \frac{b\delta}{d}\right)^3$.

Bei einem geringen Fehler wird daher

$$p = \frac{\delta m\mu}{d^5}(3b^2 - d^2) + \frac{bm\mu}{d^3}, \text{ und}$$

$$q = \frac{3ab\delta m\mu}{d^5} + \frac{bm\mu}{d^3}.$$

1) in der Voraussetzung, daß die kürzeste Gerade von dem Punkte senkrecht auf die Mitte der magnetischen Achse falle, und

2) in der Voraussetzung, daß der Punkt in der Richtung dieser Achse liege.

Magnetische Achse eines Körpers wird im Allgemeinen jene gerade Linie genannt, welche bei jeder Stellung des Magnetes als die Verbindungslinie der Angriffspunkte der von der Erde auf den Körper wirkenden Kräfte betrachtet werden kann.

ad 1.

Im erstern der zu beachtenden Fälle ist die Einwirkung (= R,) bestimmt durch das magnetische Moment des Stabes (= M) durch die Quantität des Magnetismus (= m) in

---

Berechnet man sofort $r_{,} = p_{,} + q_{,}$, $r_{,,} = p_{,,} + q_{,,}$ u. s. w. für alle Punkte $B_{,}$, $B_{,,}\ldots$, in welchen die Flüssigkeiten $\mu_{,}$, $\mu_{,,}\ldots$ sind, so wird

— wenn $R = p + p_{,} + p_{,,} \ldots + q + q_{,} + q_{,,} \ldots$ —

$P = \frac{mM}{d^5}(3b^2 - d^2)$, und $Q = \frac{3abmM}{d^5}$.

Construirt man aus A mit Linien, welche den Größen P und Q proportional sind, ein Rechteck, so gibt die Diagonale davon die Größe und Richtung der Totalwirkung,

d. i. $R = \frac{mM}{d^3}\sqrt{1 + \frac{3b^2}{d^2}} = \frac{mM}{d^3}\sqrt{1 + 3\cos^2\alpha}$.

dem Punkte A, und indirekt durch den Kubus der Distanz des Punktes vom Magnete. [92])

ad 2.

Wenn ein eine magnetische Flüssigkeit enthaltender Punkt, auf welchen ein Magnetstab wirkt, in der Richtung der magnetischen Achse dieses Stabes liegt, so ist die Einwirkung ($=R_{,,}$) gleich dem Doppelten des ersten Falles. [93])

Zus. Läßt man einen Magnet auf eine im magnetischen Meridian befindliche Deklinationsnadel wirken, so wird sie abgelenkt. Den Winkel, welchen die abgelenkte Nadel mit dem Meridian macht, kann man Ablenkungswinkel nennen. Fällt die Richtung des ablenkenden Magnetes senkrecht auf die Mitte der magnetischen Achse der Nadel, so ist die Tangente des Ablenkungswinkels doppelt so groß, als wenn die verlängerte magnetische Achse der Nadel senkrecht auf die Mitte des ablenkenden Magnetes geht.

---

[92]) D. h. $R_{,}=\frac{mM}{d^3}$.

Beweis. Setzt man in obiger Formel $\alpha=90$, so wird

$$R=\frac{mM}{d^3}\sqrt{1+3\cos^2 90}=\frac{mM}{d^3}\sqrt{1+0}=\frac{mM}{d^3}.$$

[93]) D. h. $R_{,,}=\frac{2mM}{d^3}$.

Beweis. Setzt man in der Grundformel $\alpha=0$, so wird

$$R_{,}=\frac{mM}{d^3}\sqrt{1+3\cos^2 0}=\frac{mM}{d^3}\sqrt{1+3.1^2}=\frac{2mM}{d^3}.$$

Die strenge Theorie über die Fernwirkung der Magnete ist in dem Werke: **„Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata. Autore — C. F. Gauss. Gottingae 1833.“**

§. 3. Benützung der Magnetstäbe.

Die Magnetstäbe dienen nicht blos dazu, die bisher angegebenen Erscheinungen einzuführen und nachzuweisen, sondern man braucht sie noch zu verschiedenen andern Zwecken.

Mittelst kräftiger Magnetstäbe können (wie die Lehre von der Elektricität näher angibt) sogar kräftige elektrische Ströme erregt werden.

Wenn man auch die Angaben: durch diesen oder jenen Magnet kann man in Holz feststeckende Nägel oder Schrauben ausziehen, einige Magnete erhalten große Eisenmassen in der Luft schwebend...., magnetische Feilspäne in Harz oder Wachs gemischt geben Pflaster, durch welche eingestoßene Spießchen von Eisen ausgezogen werden können.... für Uebertreibungen oder Fabeln zu halten hat, so ist doch gewiß, daß schon mit schwachen Magneten Eisenfeilspäne aus andern Metallen leicht genommen werden können (Gold- und Silberarbeiter entfernen mit Magneten aus ihren edeln Metallen die kleinsten Eisentheilchen), und daß die magnetische Kraft von Stäben benützt werden kann zu vielen Unterhaltungen und Spielereien (z. B. mit dem Schwänlein und Fischlein, mit der magnetischen Zauberin, mit der magnetischen Uhr, mit dem magnetischen Wahrsagerkästchen....). Merkwürdig ist auch, daß ein kräftiger Hufeisenmagnet sich wirklich schon öfter als schmerzstillend erwiesen hat, wenn er z. B. in einer Bauchdrüsenkrankheit über die schmerzhafte Stelle hin und her geführt wurde.

Verordnungen eines sehr berühmten Arztes zu Folge habe ich selber schon an Kranken mit Magneten experimentirt. Ich hörte

die Versicherung danach, daß mein Magnetbewegen auf kurze Zeit schmerzenlindernd sich zeigte. Ich bin aber nicht leicht von der Ueberzeugung wegzubringen, daß, wenn Linderung der Schmerzen beim Streichen mit Magnet an Kranken eintritt, die gewünschte Wirkung ihre Ursache in animalisch-magnetischer Kraft hat.

II. Kapitel.

Magnetische Kraft der Erde.

§. 1. Elemente zur Ermessung des magnetischen Zustandes der Erde.

Das, was des Wissens Inbegriff von dem magnetischen Zustand der Erde mittheilen kann, bezieht sich auf die Angabe:

I. der Richtung und
II. der Stärke oder Größe der magnetischen Kraft an jedem Ort der Oberfläche.

ad I.

Die Richtung dieser Kraft wird angegeben:
durch die Deklination mittels des Deklinatoriums, und
durch die Inklination mittels des Inklinatoriums.

Diese Instrumente benützt man aber:
entweder zur Ausmittlung der Werthe (für die Deklination und Inklination) während einer gewissen Zeit nach den sich ergebenden Veränderungen,
oder zur Bestimmung der in einem gegebenen Augenblicke stattfindenden absoluten Werthe der genannten Bestimmungsstücke der magnetischen Erdkraft.

Magnetometer von Gauß.

ad II.

Wenn man die Inklination ausgemittelt hat, so reicht die Kenntniß der Intensität einer Componente (gleichviel der horizontalen oder der vertikalen) von der magnetischen Kraft der Erde hin, um weiter die Stärke oder Größe des Erdmagnetismus einfach bestimmen zu können.

Bifilarmagnetometer von Gauß.

§. 2. Hauptpunkte aus der Kenntniß des magnetischen Zustandes der Erde.

1) Die Bestimmungsstücke der erdmagnetischen Kraft wurden besonders in der neuern Zeit mit vieler Aufmerksamkeit, und in kleinen Zeitabschnitten wiederholt beobachtet; und in Bezug auf diese Beobachtungen kann behauptet werden, daß die Deklination und Inklination an jedem Orte der Erde fortwährenden

I. sowohl regelmäßigen (schon vor ihrem Erscheinen ankündbaren),

II. als auch unregelmäßigen Variationen (= Störungen)

unterworfen seien.

ad I.

Die regelmäßigen Störungen zeigen sich:

als periodische (d. h. täglich oder jährlich bemerkbar wiederkehrende), oder

als sekuläre (d. h. erst nach einer langen Zeit in die Augen fallende).

ad II.

Wenn die regelmäßigen Variationen sich nicht in der von ihnen erforderlichen Reinheit darstellen, so hat man unregelmäßige Störungen; und diese sind abhängig von Ursachen, welche

theils lokaler Art, aber auch
theils über sehr ausgedehnte Theile der Erdoberfläche wirksam sind.

Folgende Täfelchen enthalten von Paris die Deklination und Inklination für die beigesetzten Jahre:

I. Deklination.

Jahr	Deklination	Jahr	Deklination
1580	11° 30′ östl.	1814	22° 34′ westl.
1618	8 „	1816	22 25 „
1663	0	1825	22 22 „
1700	8 10 westl.	1828	22 5 „
1780	19 55 „	1832	22 3 „
1805	22 5 „	1835	22 4 „

Dieses Täfelchen zeigt:

daß von 1580 an die Deklination sich um mehr als 30° geändert hat,
daß sie im Jahre 1663 zu Null kam,
daß sie bis 1814 nach Westen gewachsen, und
daß sie im Jahre 1814 angefangen, nach Osten zurück zu gehen.

II. Inklination.

Jahr	Inklination	Jahr	Inklination
1671	75°	1820	68° 20′
1780	71° 48′	1825	68° 0′
1806	69° 12′	1831	67° 40′
1814	68° 36′	1835	67° 24′.

2) In den verschiedensten Gegenden auf der Erde (sowohl auf dem festen Lande, als auf dem Meere) haben gelehrte Reisende sich bemüht, den Erdmagnetismus zu erforschen. Die Resultate dieser Forschungen hat man für einzelne Punkte auf mittlere Werthe reducirt, in verschiedene Systeme von Linien zusammengefaßt, und auf Erdkarten dargestellt.

Es heißt auf der Oberfläche der Erde eine Linie, in deren Punkten

einerlei Deklination Statt findet, isogonisch,
einerlei Inklination „ „ isoklinisch, und
einerlei Intensität „ „ isodynamisch.

Magnetische Erdpole; magnetischer Erdaequator.

3) Nach Gauß ist das magnetische Moment des Erdkörpers 8464 trillionenmal größer, als das Moment eines einpfündigen, bei seinen Versuchen gebrauchten, Magnetstabes. Dem zu Folge würde, wenn der Erdmagnetismus gleichförmig durch den ganzen körperlichen Raum der Erde vertheilt wäre, jedes Achtel eines Kubikmeter der Erde eben so stark im Weltraum magnetisch wirken können, als der einpfündige Magnet-

stab, dessen sich der genannte Gelehrte bei seiner Untersuchung bediente.

§. 3. Nützlichkeit des Erdmagnetismus.

Der Schiffer auf hoher See, welcher außer seinem Schiffe nichts erblickt, als das spiegelnde oder das wogende Wasser, und auf diesem das Himmelsgewölbe, weiß bei bewölktem Firmament nicht (wie der Zugvogel es weiß), wohin er zu steuern habe, um an ein bestimmtes Ziel zu kommen, wenn er nicht von der durch den Erdmagnetismus in gewisser Richtung gehaltener magnetischen Nadel (vom Compaß) wie von einem treuen Führer die Weisung erhält, in welcher Richtung er sein Fahrzeug bewegen soll; der Seemann benützt daher den leitenden Erdmagnetismus. Auch dem praktischen Geometer und dem Bergmann ist das Bewegungsvermögen der erdmagnetischen Kraft sehr willkommen: der Geometer, welchem es im dichten Walde nicht immer leicht ist, sich zu orientiren, macht unter Beobachtung seiner Boussole sicher zwischen Bäumen und Gesträuchen seine Messungen hindurch; der Bergmann im Schooße der Erde arbeitend, kann genau angeben, wenn er die vom Erdmagnet regierte Nadel betrachtet hat, welche Parallelen auf der Erdoberfläche die Richtungen seiner unterirdischen Gänge haben.

NB. Von dem animalischen Magnetismus oder vom Mesmerismus in der Naturgeschichte.

II. Unterabtheilung.

Von der Elektricität.

1) Das Wort Elektricität bezeichnet den eigenthümlichen Zustand, in welchem ein Körper andere Körperchen von geringem Gewichte zuerst anzieht und darnach (nach erfolgter Berührung) zurückstoßt, in welchem er im Finstern leuchtet, bei Annäherung eines Körpers gewisser Art einen Funken von sich gibt, der eine stichartige Empfindung verursachen kann, und von einem Knistern begleitet ist, welcher mehrmals einen phosphorartigen Geruch verbreitet, welcher in dem thierischen Körper (wenn dieser in seine Nähe gebracht wird) ein solches Gefühl hervorbringt, als wäre dieser in der Nähe von einem Spinnengewebe....

Elektricität heißt auch oft der Inbegriff aller elektrischen Erscheinungen, oder auch die Ursache dieser elektrischen Erscheinungen, welche als elektrische Materie gedacht wird.

Der Name Elektricität ist von dem Worte Elektrum (= ἤλεκτρον = Bernstein), an welchem Körper die griechischen Philosophen (600 v. Chr.) die angeführten Erscheinungen bemerkt haben.

2) Der elektrische Zustand eines Körpers kann genannt werden:

a) ein ursprünglicher (auch natürlicher), und
b) ein mitgetheilter (auch künstlicher).

ad a.

Wenn ein Körper mit einem andern Körper (der etwa das Gleichgewicht der Molekularkräfte auf eine gewisse Art

stören kann) auf geeignete Weise in Berührung kömmt, so kann er sich ursprünglich oder natürlich elektrisch zeigen.

Die vorzüglichen Berührungsweisen sind:

I. Reibung (Druck und Spaltung),
II. Contakt im engern Sinne,
III. Induktion,
IV. Chemischer Prozeß, und
V. Temperaturänderung.

ad b.

Von einem Körper kann man sagen, er habe durch Mittheilung Elektricität, wenn diese sich nur deßhalb an ihm zeigt, weil er sie von einem solchen schon elektrischen Körper erhielt, welchen er wirklich oder beinahe berührte.

Die Distanz, in welcher die Mittheilung geschieht, heißt die Schlagweite.

3) Es gibt zwei Arten des elektrischen Zustandes, in Hinsicht welcher folgende Gesetze gelten:

Uebereinstimmend elektrische Körper stoßen sich von einander ab; verschiedenartig elektrische Körper ziehen einander an.

Diese zwei Arten, von denen (durch den Nordamerikaner Franklin) die eine positive, die andere negative Elektricität genannt wurde, treten in der natürlichen (nach der Vertheilung) zu gleicher Zeit auf, wie im Magnete das positive und negative magnetische Fluidum immer zu gleicher Zeit vorhanden erscheint.

Früher nannte man (mit dem französischen Naturforscher Du Fay 1733) die eine Glaselektricität — die positive —, die andere Harzelektricität — die negative —.

4) Die Elektricität zeigt sich immer an Körpern, und diese werden in Rücksicht auf sie eingetheilt:

a) in Leiter (gute Leiter), und
b) in Nichtleiter (schlechte Leiter).

ad a.

Leiter der Elektricität heißen jene Stoffe, welche die Elektricität der Mittheilung mit großer Leichtigkeit aufnehmen, auf der ganzen Oberfläche verbreiten, und auch leicht verlieren, wenn eine ableitende Ursache auf sie einwirkt.

Solche Stoffe sind z. B. die Metalle, die Kohle, die Säuren, die meisten Salze und das Wasser, und dann der thierische, besonders auch der menschliche Körper... Selbst die Form der Körper kann ableitend werden (z. B. scharfe Spitzen und Kanten, Staub....).

ad b.

Nichtleiter der Elektricität heißen diejenigen Stoffe, welche, wenn sie mit elektrischen Körpern in Contakt kommen, die Elektricität nur schwer annehmen, und zwar nur an der Berührungsstelle, aber die angenommene dann mit einer gewissen Hartnäckigkeit behalten.

Solche Stoffe sind namentlich Glas, Harz, Seide, trockne atmosphärische Luft....

Die Nichtleiter heißen auch Isolatoren; und von einem Leiter, der von Isolatoren allenthalben umgeben ist, sagt man, er ist isolirt. Isolirschemel.

In Hinsicht auf die Leitbarkeit hat man sich gezwungen gefühlt, einige Körper Halbleiter der Elektricität zu nennen.

5) Die freie Elektricität verbreitet sich (wegen der zurückstoßenden Kraft ihrer Theichen) nur auf der Oberfläche der Körper, nicht aber im Innern.

Man überzeugt sich davon, wenn man eine isolirte Metallkugel in zwei halbkugelförmige, mit isolirenden Handgrif-

fen versehene, metallene Hüllen einschließt, elektrisirt und untersucht. Hebt man nämlich die Hüllen ab, ohne damit den Kern wieder zu berühren, so zeigen sich blos die Hüllen elektrisch, die in selbe eingeschlossen gewesene Kugel findet man aber unelektrisch.

Zus. Je größer die Menge der freien Elektricität auf der Oberfläche eines isolirten Körpers ist, desto größer ist die elektrische Wirkung dieser Oberfläche auf andere Körper.

Der Quotient aus der Elektricitätsmenge und der Größe der Oberfläche, gibt die elektrische Spannung auf dieser an. Die elektrische Spannung muß bei gleicher Elektricitätsmenge um so größer sein, je kleiner die Oberfläche ist.

6) Die Wirkung der elektrischen Kräfte steht im umgekehrten Verhältniß mit dem Quadrate der Distanz.

An den Spitzen und scharfen Kanten, an Hervorragungen überhaupt, leitet sich die Elektricität daher leichter ab.

7) Die Geschwindigkeit der Elektricität, mit welcher die Fortpflanzung und Verbreitung in Metalldrähten erfolgt, ist größer als die des Lichtes in der Atmosphäre. Sie beträgt im Kupferdraht nach Wheatstone's Versuchen 63000 deutsche Meilen.

Die Dauer eines elektrischen Funkens ist von außerordentlicher Kürze, ist nicht eine Millionstel-Sekunde. Ein irdischer Körper in der schnellsten Bewegung, mittelst des Lichtes des Blitzes sichtbar gemacht, scheint stille zu stehen.

8) Instrumente, welche die Anwesenheit und Quantität der Elektricität angeben, heißen Elektroscope. Diese haben je nach dem verschiedenen Gebrauch, verschiedene Formen erhalten.

I. Kapitel.

Elektricität durch Reibung, Druck und Spaltung.

§. 1. Elektricität durch Reibung, Elektrisirmaschine.

I. Elektricität durch Reibung.

1) Wenn man zwei verschiedenartige Körper an einander reibt, so zeigt sich der eine positiv, und der andere negativ elektrisch.

Am leichtesten gewahrt man dieses, wenn man zwei feste Nichtleiter der Elektricität (z. B. Seide und Glas, oder Seide und Harz) aneinander reibt. Wohl erscheint auch Elektricität bei der Reibung zwischen festen Körpern und tropfbaren Flüssigkeiten, zwischen festen und gasförmigen Körpern, ja auch zwischen Gasen und tropfbaren Flüssigkeiten.

Die Menge der durch Reibung erzeugten Elektricität geht aus verschiedenen Materien verschieden groß hervor, und ist überdieß durch die geriebene Fläche, durch die Dauer der Reibung, und durch den Druck bei der Reibung direkt bestimmt.

2) Von den Elektroscopen und Elektrometern, deren man sich zur Untersuchung der durch Reibung erregten Elektricität bedient, sind vorzüglich zu bemerken:

das elektrische Pendel und das Kanton'sche Elektroscop,
die elektrische Nadel,
das Henley'sche Quadrantenelektrometer,
das empfindliche Strohhalmeelktrometer von Valta, und
das Bennet'sche Goldblättchenelektrometer.

Bestimmung durch das Bennet'sche Elektroscop:

a) ob ein Körper freie Elektricität habe,

b) ob er positiv oder negativ elektrisch sei, und

c) ob er seine Elektricität in einem hohen oder niedern Grade besitze.

Dieses Elektroscop (Fig. 62.) besteht aus zwei gleich langen, schmalen Goldblattstreifen, welche an dem Ende eines glatten Messingdrahtes so aufgehängt sind, daß sie im unelektrischen Zustande sich ihrer ganzen Fläche nach berühren. Der Messingdraht geht durch den Hals eines gläsernen Behälters, in welchem die Blättchen vor dem Luftzuge geschützt werden, und endiget sich oben außerhalb des Behälters in einen polirten Metallknopf, oder besser in eine polirte, an dem Rande abgerundete Metallscheibe, welche die Zuleitungs- oder Collectorplatte heißt.

a) Ein Körper besitzt Elektricität, wenn er bei Annäherung an den Zuleitungstheil des Elektrometers oder bei dessen Berührung ein Auseinandergehen der Goldblättchen bewirkt. Es geht unmittelbar vor der Divergenz eine Vertheilung (oder Scheidung) der natürlichen (oder gemischten) Elektricität des Zuleitungstheiles und der übrigen leitenden Theile des Apparates vor; dabei wird die mit der Elektricität des zu untersuchenden Körpers ungleichnamige angezogen, die gleichnamige Elektricität zurückgedrängt; letztere ist es auch, welche die Blättchen auseinander treibt.

Nach Entfernung des elektrischen Körpers vereinigen sich die getrennten Elektricitäten wieder — wenn nicht irgend eine abgeleitet wurde —, und der natürliche Zustand der Goldblättchen kehrt zurück.

b) Die Untersuchung der Art der Elektricität beruht darauf, daß jede Elektricität die Wirkung der entgegengesetzten vermindert oder aufhebt, die der gleichnamigen aber vermehrt.

Wird also die durch das Annähern eines Körpers verursachte Divergenz der Goldblättchen durch Annäherung einer mit Seide geriebenen Glasstange vergrößert, so hat er + E, und im entgegengesetzten Falle — E.

c) Auf die Intensität oder Stärke der Elektricität schließt man aus der Größe des Divergenzwinkels der Goldblättchen. Zur Messung dieses Winkels ist in dem Instrumente oft eine Gradeintheilung vorhanden.

ad c.

Zur Entdeckung und Verstärkung schwacher Grade von Elektricität dient der von Volta (1783) erfundene Condensator, welchen man auch Mikroelektrometer nennen kann.

Dieses Instrument besteht aus zwei gut abgeschliffenen, an ihren ebenen Flächen miteinander in Berührung zu setzenden und gleichgroßen Metallplatten (von denen die Durchmesser jetzt größtentheils 2 bis 3 Zoll betragen). Die eine dieser Platten ist zugleich die Collectorplatte eines empfindlichen Elektroscops, die andere aber hat einen isolirenden (gewöhnlich gläsernen) Handgriff; die einander berührenden Seiten beider sind mit einem dünnen, nicht leitenden Ueberzuge (etwa mit einer Firnißschichte) versehen.

Will man mit diesem Instrumente die Elektricität eines Körpers untersuchen, so setze man den zu prüfenden Körper mit der Unterplatte (mit dem Collector) in leitende Verbindung, und berühre mit einem Finger die Oberplatte; darauf entferne man den Körper, und nehme auch hinweg die Oberplatte, welche man beim Aufheben der Unterplatte parallel lasse. Das Elektroscop wird nach diesem die Elektricität anzeigen, welche der geprüfte Körper hat.

Zus. Wenn man die Oberplatte mit der Elektricitätsquelle in Verbindung setzt, und die Unterplatte mit einem Finger berührt, so zeigt sich nach dem Abheben der Oberplatte am Elektroscope die Elektricität entgegengesetzt jener, welche an dem Körper ist.

Durch wiederholtes zweckmäßiges Auflegen und Abnehmen der Oberplatte kann die Elektricität an das Elektroscop vervielfacht aufgetragen erscheinen.

Das empfindlichste Elektrometer ist der Multiplikator (cf. Elektromagnetismus).

II. Von den Elektrisirmaschinen.

Um große Mengen von Elektricität zu erzeugen, hat man eigene Instrumente construirt, welche Elektrisirmaschinen genannt werden.

a) Beschreibung einer Elektrisirmaschine.

Die wesentlichen Bestandtheile einer Elektrisirmaschine sind:

1) der zu reibende Körper, welcher jetzt gewöhnlich eine Glasscheibe (oder seltner ein Glascylinder) ist,
2) der Reibzeug, bei der Scheibenmaschine meistens ein Paar lederne Kissen, welche von beiden Seiten der Scheibe in der Nähe ihres Randes anliegen, und durch Federn gegen selbe gedrückt werden, welche mit einem Amalgam (aus 1 Theil Zinn, 1 Theil Zink, und 2 Theilen Quecksilber mit Fett gemengt) belegt sind, welchen meistens diametral gegenüber stehen die sogenannten Sauger, bis zu welchen eine mit dem Reibzeug verbundene, die halbe Scheibe bedeckende, das elektrische Fluidum zurückhaltende Wachsleinwand reicht, und

3) der Conduktor, welcher in der Regel ein System von hohlen, an den Enden abgerundeten, von gläsernen Säulen getragenen Cylindern von Messingblech darstellt, und welcher entweder mit den Saugern, oder mit dem Reibkissen zunächst durch gute Leiter verbunden ist, während von den Reibkissen oder von den Saugern aus ein elektrisches Fluidum durch einen guten Leiter zum Erdkörper gehen kann.

Belegt man eine Glastafel (Fig. 63. a) auf beiden Seiten mit Stanniolblättern, welche nach jeder Richtung hin gegen vier Centimeter kleiner sind, als die Glastafel, und theilt der einen Seite die positive Elektricität des Conduktors mit, während die andere Seite mit der Erde in leitender Verbindung steht, so stößt die positive Elektricität der Seite m die gleichartige der Seite n (durch Vertheilung) zurück, und zieht auf dieser negative Elektricität herbei. Die entgegengesetzten Elektricitäten der beiden Seiten binden sich. Die Seite m kann von dem Conduktor von neuem +E aufnehmen, wo zugleich neues —E herbeigezogen wird...

Die Anziehung der +E gegen die —E wird mit der Dicke der Glastafel schwächer, daher wird nicht alle +E auf der Seite m gebunden. Hat die +E auf der Seite m gleiche Stärke mit der Spannung der Elektricität des Conduktors, so sagt man, die Glastafel ist geladen, und die geladene Tafel nimmt von dem Conduktor keine +E mehr auf.

Je dünner die Glastafel ist, desto stärker ist die Vertheilung und Ladung. Je größer die metallenen Oberflächen der Staniolblätter sind, desto mehr Elektricität können sie aufnehmen.

Eine solche Tafel heißt Franklin'sche Tafel.

Eine Flasche, welche in- und auswendig mit Metall besetzt ist (wie eine Franklin'sche Tafel) bis auf einen schmalen Strei-

fen am obern Rande, stellt eine Leidner oder Kleist'sche Flasche dar.

Eine solche Flasche (welche Fig. 63. b darstellen soll) kann man auf folgende Weise construiren:

Man nehme ein dünnes Zuckerglas (oder einen dünnen Glassturz), und belege solches in- und auswendig mit Zinnfolie so, daß ein zollbreiter Streifen am Rande beiderseits unbelegt bleibt. Diesen Streifen bestreiche man, um die Belegungen gut zu isoliren, mit Siegellack oder mit einem Firniß. In das so belegte Glas stelle man einen Metalldraht so, daß er den Boden berührt und ein paar Zoll über das Gefäß mit einem Knopf endend heraussteht.

Hält man den Knopf dieser Flasche an den wohl elektrisirten Conduktor einer Elektrisirmaschine, während die äußere Belegung in leitender Verbindung mit der Erde steht, so wird die Flasche (wie vorhin die Franklin'sche Tafel) geladen, und zwar erhält die innere Belegung die E des Conduktors, und die äußere die entgegengesetzte.

Wenn man mehrere Leidnerflaschen (oder Franklin'sche Tafeln) so miteinander durch gute Leiter verbindet, daß alle innern und äußern Belegungen in Communikation stehen, so erhält man eine elektrische Batterie.

Zur Beurtheilung der elektrischen Spannung (Ladung) des Conduktors dient das Elektroscop von Henley.

Werden mittelst guter Leiter die durch das Glas von einander getrennten Metallflächen der Franklin'schen Tafel in Verbindung gesetzt, so vereinigen sich +E und —E; und man sagt, die Tafel werde entladen.

Man bedient sich bei der Entladung, damit man nicht eine unangenehme, oft sehr heftige Erschütterung zu leiden habe, der sogenannten Entlader oder Auslader der Elektricität, welche mit isolirenden Handgriffen versehen sind.

NB. Eine gute Elektrisirmaschine aus den gegebenen Bestandtheilen, kann sich nicht Jedermann leicht anschaffen; nicht schwer ist es aber ein Surrogat einer schwachen Elektrisirmaschine sich zu verschaffen, d. h. einen Elektrophor sich zu machen. Dieses von Wilke erfundene, und von Volta 1776 verbesserte Instrument besteht aus einem glatten Harzkuchen (der aus 10 Theilen Gummilack, 3 Theilen Harz, 2 Theilen venetianischen Terpentin, 2 Theilen Wachs, und ½ Theil Pech zusammengesetzt ist), welcher in eine gutleitende Form gegossen ist, und aus einem wohl abgerundeten, ebenfalls leitenden, kleinen, mittelst seidener Schnüre isolirbaren Deckel.

Wenn dieser Harzkuchen mit einem Fuchsschwanz, oder mit einem Katzenpelz gerieben wird, so zeigt er sich negativ elektrisch.

Dieser geriebene Harzkuchen heißt daher Elektricitätsträger, weil er, wenn der Deckel auf solchem liegen bleibt, lange Zeit seine Elektricität behält.

Die größte Elektrisirmaschine ist die Scheibenmaschine in Harlem, sie hat zwei Scheiben, von denen jede an Größe einem Wagenrad gleicht, an diesen liegen acht Kissen. Der Conduktor dieser Maschine, welcher auf 5 Fuß hohen Glasfüßen ruht, hat eine Oberfläche von 23½ Quadratfuß. Diese Maschine gibt Funken, welche bei einer Länge von zwei Fuß den Durchmesser eines Federkiels zu haben scheinen.

Otto Guerike wird als der Erfinder der Elektrisirmaschinen angesehen. Er hat 1676 Schwefel mit der Hand gerieben.

Die wirksamsten und mächtigsten Elektrisirmaschinen hat in neuerer Zeit Armstrong construirt. Sie beruhen auf der Reibung

von Wasser und Dampf an Holz und andern Körpern, und werden Hydroelektrisirmaschinen genannt. Zu London ist eine derartige kolossale Maschine, aus welcher Funken von 22 Zoll Länge ausgezogen werden können.

b) Von den Experimenten mittelst Elektrisirmaschinen.

Die Elektrisirmaschinen werden zu einer großen Anzahl von Versuchen benützt, welche theils wissenschaftliches Interesse, theils angenehme Unterhaltungen gewähren.

NB. Es ist zu bemerken, daß zur Anstellung elektrischer Experimente eine trockene und warme Luft ein Haupterforderniß sei. Durch feuchte Luft würde die Elektricität fortgeleitet, und könnte nicht leicht irgendwo in hinreichender Menge zu einer kräftigen Wirkung angesammelt werden. Zur kalten Jahreszeit werden die Versuche am besten in der Nähe eines stark geheizten Ofens vorgenommen. Das Glas der Maschine soll öfters mit einem trocknen Seidentuch oder dergl. abgerieben werden.

Von den vielen Versuchen, welche man gewöhnlich anstellt, um die erwärmenden, die mechanischen, die leuchtenden, die physiologischen, die chemischen und magnetischen Wirkungen zu zeigen, sollen folgende angedeutet werden:

Durch einen schwachen Funken können leicht entzündliche Körper, z. B. der Spiritus, Schwefeläther, Harzstaub... entzündet werden. Ein Zündschwamm kann an der Fußspitze eines auf einem Isolirschemmel stehenden Menschen glühend gemacht werden. Die Entzündung des Knallgases in der elektrischen Pistole, des Wasserstoffgases in der Zündmaschine.... ist leicht. Durch bedeutende Funken können sogar Drähte,

Goldblättchen, geschmolzen werden. Schießpulver wird aber zwischen den Drähten des Ausladers erst dann entzündet, wenn man den einen Draht, durch eine in Wasser getauchte Schnur mit dem innern Beleg einer Leidnerflasche verbindet.

Korkkügelchen, die an Seidenfäden hängen, werden vom Conduktor angezogen und abgestoßen. Der Puppentanz, der Korkkugeltanz oder Korkkugelregen, das elektrische Glockenspiel erklärt sich leicht aus der anziehenden und abstoßenden Kraft der Elektricität Das Aufschwellen eines Büschels von Haaren oder Baumwolle, welcher an dem Conduktor ist, oder das Emporgehen des Kopfhaares eines auf dem Isolirstuhle sitzenden und den Conduktor berührenden Menschen bewirkt die elektrische Abstoßungskraft. Das Ausblasen einer Flamme durch eine am Conduktor angebrachte Spitze, das Bewegen des elektrischen Flugrades, die Bildung der Lichtenberg'schen Figuren... erklärt man leicht aus der abstoßenden Kraft der Elektricität. Die Lichtenberg'schen Figuren machen auf eine ausgezeichnete Weise den Unterschied zwischen negativer und positiver Elektricität anschaulich. Der elektrische Funke ist oft im Stande, eine Glastafel, ein dünnes Brettchen, mehrere Kartenblätter, mehrere aneinander liegende Eier zu durchbohren.

Wenn die Maschine im Finstern gedreht wird, so sieht man das elektrische Licht in Büscheln ausströmen. Wenn ein guter Leiter dem Conduktor genähert wird, so zeigt der überspringende Funken immer ein sehr intensives Licht. In einem Raume, in welchem die Luft verdichtet ist, erscheint der überspringende Funke weiß und glänzend, und nimmt seinen Weg im Zickzack; in einem Raume, in welchem die Luft verdünnt ist, erscheint der Funke röthlich, und gleicht einem sanften Feuerstrom, welcher sich oft in mehrere Aeste auflöst. Mittelst einer Glastafel, welche mit durchschnittenem Stanniol belegt ist (Blitztafel), dann mittelst anderer Spielwerkzeuge, z. B. Wür-

fel, Nummern... werden oft zur Unterhaltung elektrische Lichterscheinungen eingeleitet. Auf einem Isolirstuhl kann ein Mensch mit Strahlen eines sogenannten Heiligenscheins sich zeigen.

Wer die Hand dem geladenen Conduktor nähert, gewahrt ein Gefühl, als griffe er in ein Spinngewebe; diese Empfindung wird so verursacht, daß die feinen, kleinen Härchen der Hand von der Elektricität angezogen und dann abgestoßen werden, und daß die vom Conduktor angezogene und zurückgestoßene Luft wie Wind empfundeu wird. Bemerkenswerth ist der stechende Schmerz oder Schlag, den man empfindet beim Ausziehen eines Funkens, und das schneidende Gefühl, welches mehrere Personen in einem Augenblicke sehr erschüttern kann, wenn sie in einer Kette die Hände haltend eine Leidnerflasche entladen. Durch die Entladung einer kleinen Batterie von Franklin'schen Tafeln ist man im Stande, Thiere (z. B. Vögel, Hunde, Katzen) zu tödten, und starke Männer auf den Boden zu werfen.

Muschenbroek äußerte, als er den Schlag eines verstärkten Funkens zum ersten Male empfunden hatte: „Ich setze mich demselben, auch wenn mir die Krone Frankreichs angeboten wird, nicht zum zweiten Male aus."

Eine große Menge von Reibungselektricität kann oft so mächtig sein, daß sie das Wasser in seine Bestandtheile (in Sauerstoff und Wasserstoff) zerlegt, oder daß sie in Kupferdrähten Strömungen verursacht, durch welche die Magnetnadel zur östlichen oder westlichen Abweichung gezwungen wird...

Großartige, aber auch schreckenverbreitende elektrische Funken sind die hellleuchtenden, zackenförmigen Blitze, welche aus den dunkeln Gewitterwolken ausfahren, und die trauervollsten Zerstörungen einleiten können. Nach **Franklin** (1752) construirt man Vorrich-

tungen (Blitzableiter), durch welche der aus einer elektrischen Wolke gehende Blitz in die Erdkugel (ohne großen Schaden an Gebäuden zu verursachen) übergeleitet werden kann. Zweckmäßig construirte Blitzableiter schützen einen Kreis, dessen Halbmesser 20 Fuß beträgt.

§. 2. Elektricität durch Druck und Spaltung.

1) Der Druck ist ein sehr allgemeines Mittel, Elektricität zu erregen. Um die durch Druck erregte Elektricität nachzuweisen, bilde man aus zwei Körpern (z. B. aus Korkholz und Kautschuk) kleine Scheiben, und befestige sie an einem gläsernen Handgriff. Wenn man diese aneinander gepreßt und wieder getrennt hat, so zeigt sich immer, wenn nicht beide gute Leiter sind, der eine positiv, und der andere negativ elektrisch.

Wenn Kalkspath blos zwischen den Fingern zusammengedrückt wird, so kann er sich positiv elektrisch zeigen.

Die physikalische Geographie gibt an, daß in den Polarmeeren oft elektrisches Licht sich zeige. Wahrscheinlich hat es seinen Grund in dem Aneinanderstoßen der Eisblöcke.

Die Menge der Elektricität, welche durch den Druck entwickelt wird, ist (innerhalb gewisser Gränzen) mit der Größe des Druckes proportional.

2) Auch durch Spalten eines Körpers (besonders eines solchen, welcher regelmäßige Theilbarkeit besitzt) kann Elektricität erregt werden. Hievon kann man sich überzeugen, wenn man ein Glimmerblatt, an welches auf beiden Seiten isolirende Glasstäbe gekittet sind, der Länge nach in zwei Blättchen spaltet; von den zwei Blättchen wird sich am Elektroscope das eine positiv, und das andere negativ elektrisch zeigen.

II. Kapitel.

Electricität durch Berührung im engern Sinne.

I. Artikel. Von der Berührungselektricität an sich.

§. 1. Erklärungen.

Wenn zwei isolirte, verschiedenartige Elektricitätsableiter miteinander in Berührung kommen, und danach voneinander getrennt werden, so zeigt der eine positive (+E), und der andere negative Elektricität (—E).

Die auf solche Weise hervorgerufene Electricität wird durch das Wort Berührungselektricität (= Elektricität durch Galvanismus oder durch Voltaismus) bezeichnet; die Körper, bei deren wechselseitigen Berührung diese Elektricität entsteht, heißen Elektromotoren (und als solche können auftreten nicht blos feste Körper [gewöhnlich Erreger der ersten Klasse oder vollkommene Leiter], sondern auch flüssige [gewöhnlich Erreger der zweiten Klasse oder unvollkommene Leiter]); die Ursache der Elektricitätsentwicklung wird elektromotorische Kraft genannt.

Aloisius Galvani, ein berühmter Arzt und Professor der Anatomie zu Bologna, machte (im Jahre 1789 oder 1790) die Entdeckung, daß ein Frosch, welchem die Haut schon abgezogen war, (und aus welchem man somit kein Lebenszeichen mehr erwarten konnte) in convulsivische Bewegungen gerieth, sobaldals er in eine elektrische Atmosphäre kam, während man aus dem elektrischen Körper Funken zog, und zugleich den Frosch mit einem Elektricitätsleiter berührte. Um die Einwirkung der Elektricität zu erklären, benützte Galvani eine Beobachtung, welche er an einem getödteten

an den Cruralnerven entblößten, mittelst kupferner Hacken an einer eisernen Terrasse aufgehangenen Frosche machte.

— Um die Erscheinung zu wiederholen, welche Galvani am Balkengeländer sah, schneide man einen lebenden Frosch quer zwischen den Armen und den Schenkeln durch, entblöße den Rückgratsnerven, und berühre dieses Froschpräparat mit zwei aufeinander liegenden Metallstäben, einem von Kupfer und einem von Zink —.

Galvani erklärte sich die Erscheinung, die er zuerst sah, durch die Annahme, daß das Innere der Nerven Glaselektricität enthalte, die Muskel hingegen Harzelektricität, und daß diese beiden Arten von Elektricität durch eine isolirende Materie verhindert seien, zu der Vereinigung zu kommen, welche die berührenden Metalle bewirken.

Alexander Volta, Professor der Physik zu Kumo (später zu Pavia, — gestorben 1827 —), wiederholte Galvani's Versuche mit unermüdlicher Aufmerksamkeit, und fand bald (wie er an dem von ihm erfundenen Condensator p. 287 nachwies), daß jene elektrischen Erscheinungen (am Frosch) in der Berührung der Metalle unter sich, ihren Grund haben.

§. 2. Gesetze der Volta-elektrischen Spannung.

In Rücksicht der durch Berührung im engern Sinne hervorgebrachten elektrischen Spannung (während des Contactes der heterogenen Leiter) hat die Erfahrung folgende Gesetze kennen gelehrt:

Bei umgeänderter Beschaffenheit der Elektromotoren ist die an denselben vorhandene elektrische Differenz in Bezug auf alle möglichen elektrischen Ladungen constant.

Von den chemisch einfachen (und von vielen zusammengesetzten) Elektricitätsleitern kann eine sogenannte elektrische Spannungsreihe gebildet werden.

Unter einer solchen Reihe hat man sich vorzustellen eine geordnete Folge von Elektromotoren, in welcher jedes vorhergehende Glied mit jedem folgenden in Berührung gebracht positiv, also letzteres negativ elektrisch wird, und in welcher über dieß die elektrische Differenz zweier beliebiger Glieder gleich kommt der Summe der elektrischen Differenzen der Zwischenglieder.

Die Folge nachstehender Körpernamen gibt (nach Poggendorf) eine solche Spannungsreihe:

+ Zink,	Kupfernickel,	Quecksilber,
Kadmium,	Magneteisenstein,	Schwefelkies,
Mangan,	Kobalt,	Tellur,
Blei,	Wismuth,	Gold,
Zinn,	Spießglanz,	Bleiglanz,
Eisen,	Arsenik,	Platin,
Stahl,	Chrom,	Kohle,
Uran,	Silber,	Graphit,
Kupfer,	Nickel,	— Braunstein.

Da Zink und Kupfer in der Spannungsreihe schon ziemlich weit von einander abstehen, so kann mittelst dieser Körper leicht der sogenannte Volta'sche Fundamentalversuch gemacht werden, welcher von der durch Contact in geringer Quantität erregten elektrischen Ladung zu überzeugen vermag.

Es werden gewöhnlich verschiedene Arten angegeben, durch welche dieser Versuch dargestellt wird, deßhalb wird auch hier

eine Methode (die Baumgartner sub. 1. anführt) Platz nehmen dürfen.

Man nehme eine 1 bis 3 Zoll im Durchmesser haltende, sehr glatte Zink- und eine eben so große, glatte Kupferplatte, befestige jede derselben an einem isolirenden Handgriffe, fasse jede der Platten bei diesem, bringe sie miteinander in Berührung, trenne sie (die Berührungsflächen parallel haltend), und übertrage die Elektricität der einen oder der andern an einen Condensator. Dieses Verfahren wiederhole man mehrere Male, indem man dabei diejenige Platte, welche nicht an den Condensator gebracht wurde, ehe man sie mit der andern in neue Berührung bringt, zuerst auf den natürlichen Zustand zurückführt. Der Condensator wird deutlich angeben (wenn die Condensatorplatte aus demselben Metalle besteht, wie die Platte, von der die Elektricität übertragen wurde), daß die Zinkplatte positiv, und die Kupferplatte negativ elektrisch ist.

Die Elektricitätserregung beim Volta'schen Fundamentalversuche denkt man sich auf folgende Weise: Vor der Berührung sind beide Elektromotoren im Zustande des elektrischen Gleichgewichtes, d. h. das Kupfer wie das Zink hat an jeder Stelle beide Elektricitäten im gebundenen Zustande. Bei der Berührung wird das Gleichgewicht aufgehoben, und die Elektricitäten werden frei; die $+E$ des Kupfers strömt nach dem Zink und vereiniget sich mit dessen $+E$, wogegen die $-E$ des Zinkes nach dem Kupfer geht, und sich mit dessen $-E$ verbindet. Hiemit nimmt man also zwei Strömungen an, nämlich einen Strom von $+E$ vom negativen Metalle nach dem positiven, und einen von $-E$ vom positiven Erreger nach dem negativen.

§. 3. Volta'sche Kette und Batterie.

I. Volta'sche Kette.

1) Eine Zusammenstellung von zwei Erregern der ersten Klasse mit einem oder zwei Erregern der zweiten Klasse gibt eine einfache Kette.

In den Ketten vermitteln die Erreger der zweiten Klasse einen beide Erreger erster Klasse verändernden, chemischen Prozeß, mit dessen Zunahme auch die Stärke der Elektricität wächst, und zwar so, daß sich das mehr angegriffene Metall immer positiv, das weniger angegriffene negativ elektrisch zeigt. Versuch mit Zink, Kupfer und verdünnter Schwefelsäure oder Salzauflösung.

In einem Cyclus von einander berührenden Erregern der ersten Klasse herrscht elektrisches Gleichgewicht; ein dauernder elektrischer Strom kann zu Stande kommen in einem Cyclus von Erregern der ersten und zweiten Klasse, weil das Streben zur Bewegung der Elektricitäten nach einer Richtung das entgegengesetzte überwiegen kann.

Eine Kette heißt geschlossen, wenn die Glieder derselben durch Leiter miteinander in Verbindung stehen; ist die Leitung unterbrochen, so heißt die Kette offen.

Bezeichnen k und z Erreger der ersten Klasse, dann f und s Erreger der zweiten Klasse, so kann bildlich dargestellt sein:

durch $\overset{\frown}{kfz}$ oder $\overset{\frown}{kfzs}$ eine geschlossene, und

durch kfz oder kfzs eine offene Kette.

2) Hier einige Erscheinungen, welche durch Versuche mit einfachen galvanischen Ketten hervorgebracht[94]) werden können: Die Erscheinung, welche nach Galvani mit einem Froschpräparat (cf. p. 299) gemacht werden kann (und die Hervorbringung ähnlicher Zuckungen an einer großen Zahl von erst getödteten Thieren). Ein Blutegel, welcher auf eine Silbermünze gebracht ist, wird jedes Mal wenigstens krampfhaft sich zurückziehen, so oft er ein unter die Silbermünze gelegtes Metall (z. B. einen Teller von Zinn) berührt. Ein Kupfer- und ein Zinkplättchen (oder ein Bleistreifen und ein Löffelchen von Silber) bewirken, wenn zwischen sie die Zunge gelegt wird, und sie sich an den Enden berühren, im Momente der Berührung einen eigenthümlichen Geschmack, am Zink (oder Blei) einen säuerlichen, am Kupfer (oder Silber) einen laugenartigen. Beim Trinken aus einem zinnernen Gefäß, an welches man mit einem nassen Finger eine Silbermünze drückt, zeigt reines Wasser einen säuerlichen Geschmack. Ein Zinkstäbchen und ein Kupferstäbchen, an das obere Zahnfleisch angelegt, bewirken dem Auge bei der gleichzeitigen Berührung außer dem Mund eine Lichterscheinung. Setzt Jemand die einen Enden eines Kupfer- und eines Zinkstreifchens auf sein mittelst eines Zugpflasters entblößtes Fleisch, und läßt die andern Enden der Metalle einander berühren, so empfindet er

---

94) Für ein einfaches galvanisches Element (dargestellt durch jedes Paar einander berührender Elektromotoren), in welchem die durch den Strom veranlaßte Spannung ($=e$), der Leitungswiderstand in der Kette selbst ($=\lambda$), und der im Schließungsdraht ($=l$) bekannt ist, wird die Stromstärke ($=p$) ausgedrückt durch $p = \frac{e}{\lambda + l}$.

ein unangenehmes Gefühl. Dräthe aus Metallen, welche ein wenig bedeutend in der Spannungsreihe (p. 300) von einander abstehen, so in ein Wasser enthaltendes Gefäß gestellt, daß sie sich nur von Außen berühren, bewirken eine Gasentwicklung, die sich bald durch aufsteigende Bläschen kund gibt.

II. Volta'sche Batterie.

1) Eine periodisch wiederkehrende Folge von Leitern der ersten und zweiten Klasse, oder eine Verbindung mehrerer gleichmäßig geordneter, einfacher, galvanischer Ketten heißt eine zusammengesetzte Kette, oder eine Volta'sche Batterie oder Säule. An einer Batterie (welche offen oder geschlossen sein kann) werden die Enden Pole genannt, und zwar heißt (wenn an der Säule beiderseits ein vollständiges Element ist) das mit dem positiven Erreger gemachte Ende positiver oder Sauerstoff-Pol, und das mit dem negativen Erreger gemachte Ende negativer oder Wasserstoff-Pol. Die Metalldrähte, deren man sich zur Schließung der Säule bedient, und welche an den Polen angebracht sind, heißen Schließungsleiter.

In der Säule, welche Volta zuerst 1800 aufbaute, sind die Erreger Kupfer- und Zinkplatten, daher wird der + Pol Zinkpol, und der — Pol Kupferpol genannt. Der Schließungsdraht ist gewöhnlich aus Kupfer oder Messing.

Es zeigt sich der elektrische Zustand der Säule:

a) anders, wenn sie isolirt ist, und

b) anders, wenn sie nicht isolirt ist.

Nur die offene Säule zeigt ihre freie Elektricität und wirkt auf das Elektroscop. Beim Schließen, wodurch die ununter-

brochen dauernde Entladung bewirkt wird, ist die Wirkung nach außen beendet, und das Erzeugen mannigfaltiger chemischer (sowohl zersetzender als zusammensetzender), thermischer, optischer und magnetischer Erscheinungen angefangen.

ad a. Ist sie isolirt, so hat sie in der Mitte einen Indifferenzpunkt (eine Stelle, welche gar keine Elektricität besitzt). Von diesem Punkte an aber wachsen die einander entgegengesetzten Elektricitäten in arithmetischer Progression [95]) nach den beiden Enden.

ad b. Wenn aber der eine Pol mit der Erde in leitender Verbindung steht, so zeigt dieser keine Elektricität, und die dem andern eigene Elektricität nimmt zu in arithmetischer Progression durch die ganze Säule von einem Pole bis zum andern. [96])

2) Die besonders beachtete Wirksamkeit einer Batterie ist im Allgemeinen abhängig:

a) von der Natur der Erreger (der festen und flüssigen), und

---

[95]) Die Spannung am äußersten entsprechenden Gliede des Sauerstoffpols $= + n . \frac{1}{2} d$, und des Wasserstoffpols $= - n . \frac{1}{2} d$, worin n die Zahl der Elemente, und d die Spannnngsdifferenz zwischen einem + und einem — Elektromotor bezeichnet.

[96]) Die Spannung ist an dem mit der Erde nicht verbundenen Pol: $= + nd$ oder: $= - nd$.

b) bei denselben Materien [97])

α) von der Größe, d. i. von der Ausdehnung, und

β) von der Anzahl der Platten ꝛc.

NB. Beispiele von chemischen, optischen und thermischen, dann von magnetischen und mechanischen Wirkungen, welche durch den volta'schen Strom hervorgebracht werden, enthält der

II. Artikel. Von der Benützung der Berührungselektricität.

Die wirkende Kraft des Volta'schen Stromes wird benützt:

---

[97]) Ohm hat durch genaue Untersuchung gefunden, daß die Wirkung einer aus gleich starken Gliedern zusammengesetzten Kette der Zahl dieser Glieder und ihrer elektromotorischen Kraft direkt, und dem Widerstand, welchen der Strom in der Kette und im Schließungsdrahte erleidet, indirekt proportional sei.

In einer Säule von n Elementen ist die elektrische Spannung ne, der Leitungswiderstand $n\lambda$, daher ist bei demselben Schließungsbogen wie bei der einfachen Kette die Stromstärke:

$$p' = \frac{ne}{n\lambda + l}.$$

Für die Stromstärke ($= p''$) der n mal vergrößerten Oberfläche einer einfachen Kette hat man:

$$p'' = \frac{e}{(\lambda ; n) + l} = \frac{ne}{\lambda + nl}.$$

von den theoretischen, und
von den praktischen Physikern.

Die theoretischen Physiker (es sollen unter solchen gemeint sein diejenigen, welche die Wirkungen blos nachzuweisen und zu erklären haben), als wie die praktischen, haben, weil sie oft bemerkten, daß bald diese, bald jene Abänderungen in den ursprünglich Volta'schen Ketten zu ihren Experimenten zweckdienlicher (z. B. constanter und viel mächtiger) oder billiger anzuschaffen seien, verschiedene Apparate construirt, von welchen die bemerkenswerthesten sind:

α) von den nassen oder hydroelektrischen:

die durch Daniel veränderte Becquerel'sche Kette, welche aus Zinn, Kupfer, verdünnter Schwefelsäure und einer Kupfervitriollösung besteht,

die Grove'sche Kette oder die Zinkplatinakette (bestehend aus amalgamirtem Zink, einem Platinablech, verdünnter Schwefelsäure und Salpetersäure), welche an Wirksamkeit allen übrigen Ketten vorgeht, und

Bunsen's constante Zinkkohlenkette, in welcher das kostbare Platin der Grove'schen durch die wohlfeile und noch mehr elektronegative Kohle ersetzt wird,

Fig. 64. soll einen solchen Bunsen'schen Apparat darstellen, und zwar:

a) von der Seite gesehen, und
b) eine Combination von 4 Ketten im Grundrisse.

a) In ein cylindrisches Glasgefäß ist gestellt ein aus Kohle bereiteter, hohler, unten offener Cylinder (von 120^{mm} Höhe, 64^{mm} Durchmesser, und ungefähr 6^{mm} Wanddicke). Das Glasgefäß soll oben ein wenig enger sein, damit kein merklich großer Zwischenraum bleibt zwischen dem Glase und der Kohle, welche fest stehen soll. In die Höhlung des Koh-

lencylinders wird ein hohler, unten verschlossener Cylinder von porösem Thon gebracht, welcher (bei einer Höhe von ungefähr 105mm) einen solchen Durchmesser hat, daß er so in die Höhlung des Kohlencylinders paßt, daß zwischen dem Thon und der Kohle wieder nur ein geringer Zwischenraum bleibt. Das Thongefäß wird mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, in das Glas aber kommt so viel concentrirte Salpetersäure, daß nach der Einsetzung des Thoncylinders der noch leere Raum des Glases nur im engern Halse ist.

b) Die Kette im Grundrisse macht anschaulich, wie ein Zinkkohlenpaar mit dem nächsten verbunden ist. Die Kohlencylinder sind durch horizontale Schroffirung unterschieden. Innerhalb jeden Kohlencylinders sieht man in der Figur zwei weiße Ringe; der äußere derselben stellt den von oben gesehenen Thoncylinder, der innere den Zinkcylinder dar. Der Zinkcylinder des ersten Glases ist durch einen Bügel mit dem Zinkringe verbunden, welcher den Kohlencylinder des zweiten Glases umfaßt. Auf gleiche Weise verbindet ein Zinkbügel den Zinkcylinder des zweiten mit dem Zinkringe des dritten Glases u. s. w. An dem Zinkstreifen (p), mit welchem der Kohlencylinder in 1 endiget, ist der positive Pol; an den Zinkstreifen, der vom vierten Zinkcylinder (n) ausgeht, ist der negative Pol.

Es können beliebig viele Paare mitsammen verbunden werden —,

Schönbein's Kette aus aktivem und passivem Eisen.

β) von den trocknen:

die dreigliedrige und zweigliedrige Kette von Zamboni, Professor der Physik in Verona,

bringt man ein schmales Goldplättchen, welches mit dem Deckelchen eines Condensators in Verbindung ist, zwischen zwei kleine

Zambonische Säulen, deren Pole eine entgegengesetzte Lage haben, so erhält man das Bohnenberger'sche Elektroscop,

Perpetuum mobile elektrisches —,

die (das elektrische Fluidum ableitenden) Amulete.

Die ursprünglich Volta'sche Kette wurde in verschiedenen Formen dargestellt, daher der Trogapparat, Becherapparat...

§. 1. Experimente mittelst der Berührungselektircität von theoretischen Physikern.

I. Versuche mit Benützung der chemischen Wirkung.

1) Die erste und wichtigste chemische Wirkung der Volta'schen Säule, die Zersetzung, wurde zu Anfang des laufenden Jahrhunderts (den 30. April 1800) von Carlisle und Nicholson entdeckt. — Als diese genannten Physiker mittelst einer Säule von Geldstücken, Zinkplatten und Pappscheiben — mehrere Volta'sche Versuche wiederholten, bemerkten sie den eigenthümlichen Geruch vom Wasserstoffgas, und Nicholson kam auf den Gedanken, den Strom durch eine Röhre mit Wasser gehen zu lassen, indem er die beiden Poldrähte in demselben in einer kleinen Entfernung von einander hielt. Man gewahrte, daß bald das Wasserstoffgas in kleinen Bläschen am negativen Pole, und das Sauerstoffgas ebenfalls in kleinen Bläschen an dem mit einem Platin- oder Silberdraht endigenden positiven Pole aufsteige. — Wasserzersetzungsapparat. —

In Hinsicht auf diese direkte Zersetzung des Wassers hat Grotthuß folgende Erklärung gegeben, welche von fast allen Physikern als die richtige angesehen wird. Wenn Wasserstoffgas mit Sauerstoffgas zu Wasser verbunden ist, so wer-

den bei dieser innigen Berührung der kleinsten Theile die Sauerstoffatome negativ, die Wasserstoffatome positiv elektrisch, wegen der gleichförmigen Vertheilung der Theilchen beider Elemente aber zeigt natürlich die Verbindung keine freie Elektricität. Befindet sich nun Wasser zwischen den Polen einer galvanischen Kette (Fig. 65. seien 1, 2, 3... Wassermoleküle, und die Linien + und — Pole), so wird der positive Pol auf die zunächstliegenden Wassertheilchen in der Weise wirken, daß der negative Bestandtheil (O) angezogen, und dem positiven Pole zugekehrt wird, während das abgestoßene Wasserstoffatom (H) des ersten Wassermoleküls von dem positiven Pol abgewendet ist. Das Wassertheilchen 1 wirkt auf das Wassertheilchen 2 so, daß es seine Bestandtheile nach derselben Weise kehrt; in derselben Art wirkt 2 auf 3 u. s. w. Der Erfolg muß sein, daß jedes Wassermolekül zwischen den beiden Polen sein Sauerstoffatom (—) dem positiven Pole, sein Wasserstoffatom (+) dem negativen Pol zukehrt. Ist nun die Anziehung, welche der + Pol auf das Sauerstoffatom des Wassermoleküls 1 ausübt, groß genug, so wird es gleichsam dem Wasserstoffatom entrissen; dieses letztere verbindet sich mit dem Sauerstoffe des Wassertheilchens 2; H von 2 verbindet sich mit O von 3 u. s. w. Auf diese Weise geht zwischen den beiden Polen eine beständige Zersetzung und Wiederbildung von Wasser und eine Wanderung der Atome vor sich. Nur an den Polen selber werden die Elemente frei ausgeschieden.

Auf ähnliche Art, wie das Wasser, werden (seit 1807) durch Volta'sche Ketten zerlegt:

die Verbindungen der ersten Ordnung, und
„ „ „ fernern Ordnungen.

Wenn ein Oxyd zerlegt wird, so erscheint der Sauerstoff jedesmal am + Pol und das Radikal am — Pol; überhaupt geht ein Bestandtheil einer einfachen Verbindung immer zum positiven, und der andere immer zum negativen Pole. Die

in der Chemie (p. 48) gegebene Tabelle kann daher als Spannungsreihe von den jetzt bekannten Elementen angesehen werden.

Bei der Zerlegung eines Salzes (p. 87) erscheint die Säure am positiven, und die Basis am negativen Pole.

Zus. Durch den Volta'schen Strom wird ein Salz aber nicht immer in die Säure und Basis aufgelöst; häufig wird nur die Säure oder die Basis zerlegt (z. B. eine Auflösung von Kupfervitriol cf. p. 317).

Die Zerlegung eines Stoffes durch Einwirkung strömender Elektricität wird Elektrolyse genannt; ein der Elektrolyse fähiger Stoff heißt Elektrolyt; die Stellen des Ein- und Austrittes des Stromes am Elektrolyten heißen Elektroden, und zwar heißt die Eintrittsstelle (oder der positive Elektrode) Anode, und die Austrittsstelle (oder die negative Elektrode) Kathode. Die Bestandtheile, in welche das Elektrolyt zerlegt wird, werden Jonen genannt, und insbesondere führt dasjenige Jon, welches an der Anode auftritt, den Namen Anion, und dasjenige, welches zur Kathode geht, heißt Kathion.

Nicht blos durch eine Volta'sche Kette kann der zur Elektrolyse erforderliche Strom erzeugt werden, sondern auch durch eine gute Reibungsmaschine lassen sich chemische Zersetzungen bewirken.

2) Der Volta'sche Strom ist auch sehr geeignet, chemische Verbindungen (z. B. die Oxydation des Zinkes an dem + Pol) zu befördern.

Zus. Wie durch den Strom, welcher beim Contakte zweier in derselben Flüssigkeit befindlichen Metalle entsteht, die Wirkungen der Affinität eines Metalls zu dem einen Bestandtheil der Flüssigkeit vermehrt werden, in demselben Verhältnisse wird das Vermögen des andern Metalls, dieselben Veränderungen zu erleiden, vermindert.

Es kann ein Metall (z. B. Kupfer), welches an und für sich von einer Flüssigkeit (z. B. von einer Säure, Kochsalzauflösung ...) angegriffen würde, dadurch vor dem Anfressen geschützt werden, daß man es mit einem mehr elektropositiven Metalle so in Verbindung bringt, daß es selbst den negativen Pol einer Kette bildet, z. B. Kupfer in Berührung mit Zink oder Eisen im Seewasser, Eisen in Berührung mit Zink in der Salzsoole.

II. Licht- und Wärmeerzeugung durch Volta'sche Ströme.

Wenn man mit einem isolirt gehaltenen, zugespitzten Poldrahte den andern oder seinen entgegengesetzten Pol berührt, so kann man einen intensiven Funken sehen, welcher leicht brennbare Körper entzündet. Ein sehr glänzendes Licht zeigt sich, wenn man die mit Kohlen endenden Poldrähte miteinander in Berührung bringt. Schöne Funken sind zu bemerken, wenn der eine Poldraht im Quecksilber steckt und mit dem andern, isolirt gehaltenen die Oberfläche des Quecksilbers berührt wird. Wenn man durch einen Draht einen Volta'schen Strom leitet, so wird das Metall erwärmt. Metalldrähte können sogar mit einer einfachen Kette, wenn diese eine sehr große Oberfläche hat, zum Glühen und Schmelzen gebracht werden. Dünne Gold- und Silberplättchen werden, während man eine Menge blitzender und schönfarbiger Funken sehen kann, verflüchtiget an einem Pol, sobaldals man sie mit dem andern Pol berührt.

III. Magnetische und physiologische Wirkungen.

1. Die Gelehrten haben durch fleißige Beobachtungen zwei Arten von magnetischen Wirkungen des galvanischen

Stromes kennen gelernt; sie sahen nämlich, daß der elektrische Strom im Stande sei:

a) die Magnetnadel abzulenken (p. 266), und

b) die noch verbundene magnetische Flüssigkeit zu trennen (p. 269).

ad a.

1) Wenn man dem Schließungsdrahte einer Kette, während der elektrische Strom hindurchgeht, eine frei aufgehängte Magnetnadel nähert, so wird sie abgelenkt.

Diese wichtige Erscheinung fand 1820 zuerst Oersted, Professor in Kopenhagen, und öffnete dadurch allen Naturfreunden ein neues, weites Feld zur Forschung.

Die Richtung der jedesmaligen Ablenkung ist (durch Ampere) in folgender Regel angegeben:

„Man denke sich in den Draht eine kleine menschliche Figur so eingeschaltet, daß der positive Strom bei den Füßen ein-, und am Kopfe austritt; wenn nun diese Figur ihr Gesicht der Nadel zukehrt, so ist der Nordpol der Nadel (das Nordende) immer nach der linken Seite hin abgelenkt.“

Wenn das Nordende eines horizontalen Schließungsdrahtes mit dem Kupferpole, das Südende mit dem Zinkpole leitend verbunden ist, so sind die Lagen der Magnetnadel folgende: Ist der Leitungsdraht über der Magnetnadel, so weicht der Nordpol nach Westen ab;

unter „ „ „ „ „ „ „ Osten „

auf der Ostseite, so erfolgt eine Hebung des Nordpols;

„ „ Westseite, „ „ „ Senkung „ „

2) Es sind (bald nach der Oersted'schen Entdeckung) Instrumente construirt worden, durch welche

α) die schwächsten elektrischen Ströme wahrgenommen, und

β) die Stromstärken bemessen werden können.

α) Von den Galvanometern (oder Multiplikatoren = Instrumente, welche das Vorhandensein eines Stromes angeben) ist außer dem von Schweiger noch vorzüglich das von Nobili, welches nach Poggendorf's Instruktion zu genauen Messungen anwendbar gemacht werden kann.

β) Die Instrumente, welche man zur Bemessung der Stromstärke [98]) benützt, sind die Tangenten- und die Sinusbussole. [99])

ad b.

1) Die magnetisirende Wirkung des galvanischen Stromes auf weiches Eisen wird sich wirklich zeigen:

an Eisenfeilspänen, welche so lange an dem in sie gebrachten Leitungsdraht hängen bleiben, als der Strom durch solchen hindurch geht, und selbst

an einem großen (etwa hufeisenförmigen) Stücke Eisen, welches mit einem dicken (von einem schlech-

---

[98]) Es verhalten sich die Kräfte (= p und p'), welche die Magnetpole von dem Strome erfahren, verkehrt wie die Distanzen (= d und d') der Pole von dem Drahte, d. i.

$$p : p' = d' : d.$$ Beweis!

[99]) Die Stromstärken (S und S') verhalten sich wie die Sinus der Ablenkungswinkel (α und α') d. h. $S : S' = \sin\alpha : \sin\alpha'$.

ten Leiter überzogenen) Kupferdraht umwunden ist, wenn durch die Windungen der Strom geleitet wird.

Der durch den galvanischen Strom im Eisen erzeugte Magnet ist sehr stark.

Wie im weichen Eisen, so läßt sich auch im Stahl durch Volta'sche Ströme Magnetismus hervorrufen.

Kleine Stahlnadeln kann man mittelst solcher Ströme zu bleibenden Magneten machen. Damit der Strom recht wirksam sei, so muß man ihn zu diesem Zwecke transversal um die Nadel herumleiten.

Rechtsgewundene, linksgewundene Schraubendrähte.

Zur Erzeugung größerer Stahlmagnete ist geeignet die Drahtrolle von Elias, welcher zu seinen Versuchen ein Grove'sches Element anwandte.

2) Die Gesetze, durch welche die Stärke des im weichen Eisen durch den elektrischen Strom erregten Magnetismus (welcher von der Stärke des Stromes, von der Dicke und Leitungsfähigkeit des Drahtes, von der Anordnung der Windungen.... abhängt) bestimmt wird, lauten (den genauen Untersuchungen von Jakobi und Lenz gemäß):

„Die Größe des Magnetismus ist bei übrigens gleichen Umständen den angewandten Strömen proportional;

Bei gleichen Strömen und gleicher Anordnung ist die Dicke des Spiraldrahtes gleichgiltig, doch erfordert ein dünner Draht zur Erzielung eines gleichen Stromes eine stärkere elektrische Kette;

Die Weite der Windungen hat auf den Magnetismus nur an den Enden des Elektromagnetes einen Einfluß, wo die Kraft mit Vergrößerung dieser Weite abnimmt;

Die Totalwirkung sämmtlicher Windungen ist der Summe der Wirkungen der einzelnen Windungen gleich;

Der Magnetismus, den Eisenstäbe von gleicher Länge bei gleichen Strömen annehmen, ist ihren Durchmessern proportional;

Die Anziehung zweier Elektromagnete ohne Berührung (also nicht die Tragkraft), oder eines Elektromagnetes und des weichen Eisens, ist mit dem Quadrate des magnetisirenden Stromes in Proportion."

2. Nach diesen magnetischen Wirkungen sollen noch einige physiologische angegeben werden.

Wenn man an einer Säule den einen Pol mit der rechten, den andern mit der linken Hand berührt, so empfindet man im Augenblicke der Berührung eine elektrische Erschütterung, welche aber dauernd mit der Dauer der beiderseitigen Berührung ist, und sich somit von dem plötzlichen Stoß aus der Leidnerflasche unterscheidet. Diese Erschütterung kann auch auf mehrere Personen wirken, welche mit nassen Händen sich anfassend eine Kette bilden.

Hält man einen Poldraht in nasser Hand, und berührt man mit dem andern die Zunge, die Stirne, die Schläfe..., so wird man heftige Schläge empfinden, Blitze sehen, ein schmerzendes Rauschen vernehmen....

Soll ein krankes Organ (z. B. das Sprachorgan eines Stotterers) mittelst einer Kette geheilt werden, so ist große Vorsicht nöthig.

§. 2. Eigentliche Benützung des Volta'schen Stromes.

I. Von der Galvanoplastik, und vom Vergolden, Versilbern....

Von den chemischen Wirkungen des Volta'schen Stromes wurde vorzüglich Anwendung gemacht:

1) in der Galvanoplastik, durch welche Kunst Gebilde von Kupfer nach jedem gegebenen Modell durch Fällung dieses Metalls aus Kupfervitriollösung auf galvanischem Wege dargestellt werden, und

2) in der Kunst, auf sogenanntem nassen Weg durch elektrische Kraft zu vergolden, zu versilbern....

ad 1. Zur Vervielfältigung der Gepräge von Münzen, Medaillen..., zur Nachbildung gestochener Kupferplatten.... eignet sich besonders eine Bequerel'sche Kette, wie eine solche Fig. 66. darstellen soll. Es sei mn ein oben offenes, von 6 bis 8 Zoll im Durchmesser haltendes Glasgefäß. In dieses hängt ein zweites engeres Glasgefäß cd von oben herein, welches unten keinen Boden hat, aber mit einer Thierblase zugebunden ist. Etwas über der Mitte ist um dieses engere Glasgefäß ein Draht festgelegt, welcher drei Arme hat, welche, auf dem Rande des größern Glasgefäßes aufliegend, das kleinere tragen, so daß die Blase 1·5 bis 2 Zoll hoch über dem Boden des äußern Gefäßes sich befindet.

Das innere Gefäß wird mit sehr verdünnter Schwefelsäure, der Zwischenraum zwischen dem größern und kleinern Glas mit einer Lösung von Kupfervitriol gefüllt. In der verdünnten Schwefelsäure ist auf einer kreuzförmigen hölzernen Unterlage ein Zinkstück, an welches ein Kupferdraht befestiget ist, der aus dem Zink in ein Quecksilbernäpfchen q übergeht. Aus dem Quecksilber geht ferner ein zweckmäßig bereiteter

Kupferdraht zu der in der Kupfervitriollösung liegenden Form, welche aus einem leitenden Stoffe bestehen muß, der gegen Zink elektronegativ ist.

Eine solche Form kann man sich machen aus leichtflüssigem Metalle (nach Böttger aus 8 Theilen Wismuth, 8 Theilen Blei und 3 Theilen Zinn), oder auch aus Gips oder Stearin, deren Oberfläche durch Auftragen von feinem Graphit, Kupferbronce mittelst eines zarten Pinsels metallisch wird.

Der in die Lösung von Kupfervitriol eingetauchte Theil des Leitdrahtes muß bis dahin, wo er auf die Form aufgesetzt ist, mit Schellack oder Siegellack überzogen sein.

Der durch den Apparat circulirende Strom soll schwach sein, damit das Kupfer sich nur fein niederschlägt. Weil der Niederschlag zunächst am Kupferdraht geschieht, so muß man diesen von Zeit zu Zeit an einer andern Stelle der Form aufsetzen.

Durch Kobell in München ist ein Verfahren gelehrt worden, nach welchem in Tuschmanier gemalte Bilder galvanoplastisch vervielfältiget werden können.

ad 2. Die erste Nachricht von der Erfindung der Kunst, mittelst galvanischer Wirkung höchst billig vergolden, versilbern... zu können, hat Viele so zur veredelnden Thätigkeit begeistert, daß man hätte erwarten dürfen, in kurzer Zeit seien nicht nur die Instrumente, wie Messer, Gabeln, Scheeren... mit Gold überzogen, damit das schädliche und schmutzende Oxyd Niemanden vergifte und Niemanden verunreinige, sondern es werden sogar jedes Schloß mit dem Riegel und jeder Angel mit dem Bande an der Thür dort golden glänzen, wo bisher

schwarzes Pech aufgestrichen wurde, entweder um den verzehrenden Rost fern zu halten, oder um Altes neu zu zeigen; nun ist aber noch nicht Alles überzogen mit Gold, was glänzt.

Wenigstens eine Art von dieser Kunst (in welcher ich selber viel experimentirte) soll hier näher beschrieben werden.

Offenbar hat ein Jeder, der vergolden, versilbern... will, sich die allgemeinen Fragen zu stellen:

a) Was sind zur Erreichung meines Zweckes die Erfordernisse?

b) Wie muß ich zur Erlangung meines Zweckes verfahren?

ad a. Man braucht, um mit Benützung des galvanischen Stromes vergolden, versilbern... zu können:

α) einen sehr leicht construirten Apparat, und

β) eine zweckmäßig bereitete Gold-, Silber-... Auflösung.

ad α.

Der Apparat ist eine Batterie von ungefähr sechs Elementen. Jedes der Elemente, welche mit einander verbunden werden, besteht:

aus einem Glasgefäß, z. B. einem gleichweiten Schoppenglas,

aus einer Kupferplatte, welche gerollt in das Glas kommt,

aus einem irdenen, unglasirten Gefäß, in welches noch eine gerollte Zinkplatte gesetzt ist.

In diesem Apparate wird ein galvanischer Strom erregt, welcher zum Niederschlag nöthig ist, wenn man gegossen hat;

Wasser, gesättiget mit Kupfervitriol in das Glasgefäß, und

Wasser, gesättiget mit Kochsalz in das irdene Gefäß, und wenn man verbindet Kupfer mit Zink... so, daß ein Kupfer- und ein Zinkpol enden.

Der Strom soll nicht stark wirken. Vergoldungsapparat blos aus Zinkzangen bestehend.

ad β.

I. Zur Goldauflösung hat man verschiedene Recepte. Die einfachsten sind folgende:

1	Gewthl. Chlorgold,	21 Gran Chlorgold,
10	„ Blutlaugensalz,	1 Loth Blutlaugensalz,
100	„ destillirtes Wasser,	¼ Maaß Wasser.

Das Chlorgold oder Goldchlorid bereitet man aus Gold und gutem Königswasser, indem man Gold (z. B. $\frac{1}{4}$ Dukaten = 14 Gran) in Königswasser (z. B. in $\frac{1}{2}$ Loth) über einer brennenden Weingeistlampe auflöst, wobei man mehr Chlorgold (aus 14 Gran nämlich 21 Gran) erhält.

II. In die Silberauflösung kann man Cyansilber nehmen, welches wie Chlorgold in denselben Verhältnissen mit Blutlaugensalz und Wasser zusammengebracht wird.

ad b. Man verdünne mit Wasser die Auflösung so, daß sie beiläufig die vierfache Menge der obigen Mischung wird.

Man bringe dann das mit edeln Metall zu überziehende Metall, welches mittelst geschlämmten Hirschhorns gut gereiniget sein muß, in die verdünnte Lösung und berühre es mit dem Leitdraht des Zinkpols; mit dem Platinende des Kupferpols fahre man um den Gegenstand herum: sobald der Niederschlag geschieht, so sieht man deutlich vom Gegenstand wie von dem Platin Bläschen ausgehen.

Das Gefäß, in welchem die Vergoldung... geschieht, soll keine Poren haben, in welche es die edeln Metalle selbst aufnimmt; die Lösung soll schwach erwärmt werden.

Gegenstände von Kupfer, Messing.... werden sehr bald mit einem Silberüberzug belegt, wenn man sie ganz einfach in einer Silberlösung unter Umrühren mit einem Zinkstab in einem porzellanenen Gefäße siedet.

II. Von den elektrischen Telegraphen (p. 214), und von den galvanoelektrischen Maschinenbewegern.

I. Die ungemein schnelle Verbreitung elektrischer Ströme durch isolirte Metalldrähte, und die Möglichkeit Eisen durch Elektricität zu magnetisiren, haben die Physiker (unter diesen vorzüglich Steinheil in München) zur Construktion von elektrischen Fernschreibinstrumenten benützt.

Von einer solchen Vorrichtung, mittelst welcher man mit der Schnelligkeit des Gedankens, unabhängig von Tageszeit und Witterung, eben vorgefallene Ereignisse in den entferntesten Orten anzeigen kann, soll die wesentliche Beschaffenheit deutlich vor das Auge gestellt werden, durch nachstehende: Beschreibung des einfachen Telegraphen von Wheastone.

Auf einem Brettchen (Fig. 67.) im Orte A sind zwei hufeisenförmige (nach p. 313 magnetisirbare) Stücke von weichem Eisen befestiget. Das eine Ende des Drahtes, welches um das links liegende Eisen x gewunden ist, geht unter dem Brettchen zu den Messingsäulchen a, das andere zum Säulchen b. In a und b werden die Drähte eingeschraubt, welche zu dem (oft viele Meilen) entfernten Orte B führen, an welchem eine Volta'sche Kette ist. Verbindet man den von a kommenden Draht mit dem +, den von b kommenden mit dem — Pole der Kette, so wird das weiche Eisen sogleich magnetisch. Will man abwechselnd im Hufeisen Magnetismus erzeugen und vernichten, so darf man nur die Verbindung des einen der Leitdrähte mit dem einen Pol der Kette abwechselnd herstellen und

unterbrechen. Von q in B geht ein dritter Draht nach c in A; nach b und c gehen die Enden der Drahtwindungen von dem rechts liegenden Hufeisen y, welches somit ebenfalls aus B abwechselnd magnetisch und unmagnetisch gemacht werden kann.

Vor den Polen des Eisens y ist eine an ihrem untern Theile um Zapfen drehbare Eisenplatte angebracht, an welcher ein in die Höhe zeigender, mit einem Querstück d endender Stab befestiget ist. Sobald das Eisen magnetisch wird, wird die Platte angezogen, sobald aber der magnetische Zustand des Eisens wieder aufhört, so wird die Platte durch eine Feder y′ wieder von dem Polen des Hufeisens entfernt.

Durch abwechselnde Unterbrechung und Wiederherstellung des um das Eisen y geleiteten Stromes, wird also der Querstab d hin- und herbewegt, wobei er mit seinen kugelförmigen Enden an ein Glöckchen anschlagen (somit ein Signal zum Beobachten von B nach A geben) kann.

Vor dem Hufeisen x ist ebenfalls eine um Zapfen drehbare Eisenplatte, mit welcher der Querstab rs verbunden ist. An jedem Ende dieses Querstabes ist ein Zäpfchen befestiget, und die Zäpfchen greifen abwechselnd beim Hin- und Hergange der Platte in ein zwölfzahniges Rad.

Wenn nun eine Person an dem Volta'schen Apparat die Kette, durch die nach a und b gehenden Drähte schließt, so wird das Zahnrad um $\frac{1}{2}$ Zahn gedreht, bei der Oeffnung der Kette ebenso um $\frac{1}{2}$ Zahn u. s. w. Es wird jedes Schließen und jedes Oeffnen das Rad um $\frac{1}{2}$ Zahn bewegen.

Die Achse des Zahnrades geht durch den Mittelpunkt einer einem Uhrzifferblatt ähnlichen Scheibe, von welcher die Rückseite, an der das Glöckchen zum ersten Signal hängt (in Fig. 67. A) sichtbar ist. Auf dem in 24 Theile getheilten Rande der Vorderseite dieser Scheibe sind 23 Buchstaben des Alphabetes (x und y fehlen) und ein Punkt gezeichnet. Die

durch den Mittelpunkt der Scheibe gehende Achse des Zahnrades trägt einen Zeiger, welcher durch jedes Schließen und Oeffnen der Kette durch den Abstand von einem Buchstaben zum andern getrieben wird.

Leicht ist nun begreiflich, wie eine Person in B durch abwechselndes Schließen und Oeffnen der Kette auf alle Buchstaben der Scheibe in A zeigen kann. Ist ein Wort zusammengesetzt, so kann man auf den Punkt zeigen oder mit dem Glöckchen ein Zeichen geben.

Um Irrungen, welche sich beim Zählen der Abänderungen leicht einschleichen könnten, vorzubeugen, ist nahe bei der Volta'schen Kette ein Apparat eingeschaltet, welchen der Strom durchlaufen muß, und welcher die Schließungen und Unterbrechungen zu reguliren hat. Die Fig. 67. B zeigt einen Apparat, der ebenfalls eine mit dem Alphabete beschriebene, drehbare Scheibe hat, wie er hergerichtet sein muß, wenn das Signalisiren beginnen soll. Die Kette ist nicht geschlossen.

II. Kaum waren die kräftigen magnetischen Wirkungen der elektrischen Ströme gekannt, als mehrere Mechaniker versuchten, diese als bewegende Kräfte zu benützen.

Besonders haben sich bemüht, die Anwendbarkeit der elektromagnetischen Kraft für die Mechanik zu finden, Jakobi in Petersburg und Wagner in Frankfurt; aber über die Resultate ihres Strebens konnten sie sich noch nicht nach Wunsch erfreuen.

Auf welche Weise der Volta'sche Strom Bewegungen zu Stande bringen kann, sollen die nächsten Zeilen kurz angeben.

Es sei AB Fig. 68 ein weiches, hufeisenförmiges, mit Kupferdraht umwickeltes Eisen, welches an dem Gestelle befestiget ist. Das eine Ende des Drahtes geht zu dem Messingsäulchen a, das andere zu b; in a und b sind aber auch die Poldrähte

einer galvanischen Kette einzuschrauben, durch welche das Eisen AB magnetisch gemacht werden kann.

Innerhalb des Eisens AB ist ein zweites, kleineres, mit Draht umgebenes Eisen CD, welches um eine vertikale Achse drehbar ist. Die Enden des Drahtes auf CD tauchen in eine hölzerne, ringförmige, mit Quecksilber gefüllte Rinne, welche durch zwei Scheidewände von Holz oder Elfenbein in zwei mit den Säulchen c und d durch Drähte verbundene Abtheilungen getheilt ist. Diese Abtheilungen sind mit Quecksilber so gefüllt, daß das flüssige Metall zwar aus jeder hervorragt, aber doch nicht in die andere überfließen kann; von den Drahtenden an dem Eisen CD geht das eine in die eine Abtheilung, und das andere in die andere, so, daß sie zwar das Quecksilber berühren, aber während der Rotation ohne Hinderniß über die Scheidewände hinweggehen können.

Wenn nun in c der + und in d der — Pol einer kräftigen Kette eingeschraubt wird, so ist der Weg für den positiven Strom bei der abgebildeten Stellung von c nach D, nach C, nach d; und C wird von A, und D von B angezogen. Wenn C dem A und D dem B am nächsten ist, so ist der Strom für CD unterbrochen, dieses also unmagnetisch; sobald die Drahtenden aus einer Abtheilung in die andere herübergekommen sind, so geht der Strom durch den um CD gewundenen Kupferdraht in entgegengesetzter Richtung, daher wird jetzt C von A und D von B abgestoßen, während sich C und B, und A und D anziehen. Durch ähnliche wiederholte Umkehrungen der Pole geschehen ähnliche Drehungen des Eisens, und dadurch kann die Rotation in derselben Richtung fortgesetzt werden. Gyrotrop.

An der Achse, um welche sich CD dreht, ist ein Zahnrad, welches in ein anderes eingreift.... Es läßt sich leicht vorstellen, wie sofort Lasten gehoben, continuirliche Bewegungen unterstützt werden können.

Mit dem **Rotationsapparat**, den **Ritchie** construirte, kann man das ganze Spiel **der** Bewegung anschaulich machen.

III. Kapitel.

Elektricität durch Induktion, oder von den elektro-elektrischen und magneto-elektrischen Strömen.

§. 1. Faraday's Sätze, die Induktionsapparate nach Neeff und v. Ettingshausen.

1) **In der** neuern Zeit (1831) hat der Engländer **Faraday** die **wichtige** Entdeckung gemacht, daß durch gewisse **Bewegungen der** Körper, welche im elektrischen oder im magnetischen **Zustande** sind, elektrische Ströme erregt werden können. In **Hinsicht** auf diese neue Elektricitätsquelle sind folgende (**leicht nachweisbare**) Sätze aufgestellt:

I. **Für** die elektro-elektrischen Ströme:

Jeder elektrische Strom erzeigt in dem Augenblicke seines **Entstehens**, und auch in dem seines **Verschwindens**, in **jedem** benachbarten Elektricitätsleiter, welcher einem Strome **Raum** gibt, einen momentanen elektrischen Strom, dessen **Richtung** mit der Richtung des ursprünglichen

im ersten Falle — beim Entstehen — **entgegengesetzt**, und

im zweiten Falle — beim Verschwinden — **übereinstimmend** ist.

In jedem Elektricitätsleiter wird ein elektrischer Strom von **momentaner** Dauer erzeugt; wenn ein von Elektricität **durchströmter** Leiter rasch

ihm genähert wird — ein entgegengesetzter —
von ihm entfernt wird — ein übereinstimmender. —

II. Für magneto-elektrische Ströme:

Wird ein Magnet bewegt, so wird jeder seiner Pole in einem benachbarten Leiter einen elektrischen Strom erzeugen, dessen Richtung auf jener der Bewegung der Pole senkrecht steht, und für den Nordpol von der Linken zur Rechten, für den Südpol von der Rechten zur Linken einer menschlichen Figur geht, welche man sich mit dem Kopfe vorwärts, und das Gesicht gegen den Leiter gekehrt, mit dem Pole fortbewegt denkt.

Der im weichen Eisen entstehende und verschwindende Magnetismus wirkt auf benachbarte Leiter der Elektricität gerade so, wie es ein gleichnamiger zu dem entstehenden Pol hin-, oder von dem verschwindenden wegbewegter Magnetpol thun würde.

Diese neuen Ströme, welche in den Leitern durch die vertheilende Wirkung anderer Ströme (primärer Ströme) hervorgerufen werden, nennt die Mehrzahl der Physiker Induktionsströme oder sekundäre Ströme.

2) Die inducirten (oder sekundären) Ströme werden besonders angewendet:

a) in dem Induktionsapparat von Neeff, und
b) in dem von Pixii in Paris zuerst 1832 construirten, dann von Saxton, Clarke, Ettingshausen... zweckmäßiger eingerichteten Apparat.

ad a. Der für physiologische und medicinische Zwecke sehr geeignete Induktionsapparat von Neeff ist Fig. 69. abgebildet.

Er ist angebracht an zwei parallelen Brettchen, welche durch die eisernen Schrauben ee und ff zusammengehalten werden. Zwischen diesen Schrauben befindet sich ein Bündel von Eisenstäbchen. Um dieses liegt ein mehrere hundert Fuß langer Induktionsdraht, von welchem ein Ende durch das obere Brettchen bei s geführt, das andere an das mit dem Holz verbundene Metallstück g befestiget ist. Ein zweites dem bei g entsprechendes Metallstück h steht in Verbindung mit dem Draht m. Die Drähte p und m werden mit den Polen einer einfachen oder zusammengesetzten möglichst constanten Kette verbunden. An dem Metallstücke g ist eine Feder aa von Messing angebracht, die bei b ein Platinplättchen, und bei d ein Knöpfchen von Eisen hält. Das Plattinplättchen langt an ein an das Metallstück h befestigtes Platindrähtchen c. Nicht unbeachtet dürfen bleiben die bei g und h eingeschraubten Drähte, von welchen der erste mit einem Handgriff oder dergleichen enden kann, und der zweite zu dem Metallplättchen g geht. Auf letzteres ist gesetzt ein mit Wasser gefülltes Glasröhrchen qr, in welchem sich ein Metallstück o mittelst des Drahtes no aufundabschieben läßt. Das Knöpfchen n hält ebenfalls einen mit einem Handgriff verbundenen Draht y. Wenn nun die Drähte p und m mit der Kette verbunden sind, so geht der Strom von p durch die Induktionsrolle nach g, und von da durch die Feder aa und das Plattindrähtchen c nach h, und durch den Draht m nach dem negativen Pol der Kette. Der Strom macht aber die Eisenstäbchen mit ff magnetisch, welche dann den eisernen Knopf d anziehen. Die Feder aa muß sich deßhalb herab bewegen, wodurch (weil b von c entfernt wird) eine Unterbrechung des Stromes eintritt. Augenblicklich sucht der von g nach x gehende Extrastrom durch den Körper dessen, der den Handgriff angefaßt hat, nach y einen Weg, von y aber nach n und o durch das Wasser nach q, und von q nach h; nach diesem endlich

durch m zu der Kette, und durch diese nach p. Je länger die Wassersäule qo ist, um so mehr wird der inducirte Strom durch diese geschwächt. Durch Herabdrücken des Drahtes no wird die Wirkung des Stromes auf einen Körper verstärkt. Mit dem Unterbrechen des Stromes bei bc geht die Feder wieder aufwärts, weil der eiserne Theil d nicht mehr angezogen wird; der Strom tritt auf's Neue ein, die Feder kommt wieder herab, es entsteht ein neuer Extrastrom, und auf ähnliche Weise wiederholen sich die Wirkungen desselben bei jeder Oscillation der in Schwingungen versetzten Feder. Mittelst zweier an den Enden der Drähte x und y angebrachten Leiter wird der Strom durch diejenigen Theile eines Körpers geleitet, auf welche man zu wirken beabsichtiget.

ad b. Durch den Rotationsapparat von Ettingshausen werden magneto-elektrische Räume erzeugt. Die Haupttheile dieses Apparates sind ein sehr kräftiger Hufeisenmagnet und ein sogenannter Induktor, d. i. ein Körper aus weichem Eisen in Form eines Magnetankers, dessen Arme mit einem isolirten Drahte umwickelt sind. Der Induktor (welcher mit vielen Windungen von einem dünnen Draht Intensitätsinduktor, und mit wenigen Windungen von einem dicken Draht Quantitätsinduktor heißt), dem Einfluß des kräftigen Magnetes ausgesetzt, kann so in Rotation versetzt werden, daß seine Arme gleichzeitig an den Polen des Magnetes bald in der einen, bald in der andern Stellung nahe vorbeigehen. So oft dieses geschieht, so oft wird in dem Induktionsgewinde Wechsel in der Stromrichtung eintreten.

Wenn man durch diesen Apparat kräftige physiologische Wirkungen oder chemische Zersetzungen zu Stande bringen will, so ist der Intensitätsinduktor anzulegen; bei Benützung des Quantitätsinduktors wird man starke Funken erhalten.

§. 2. Elektrische Ströme durch den Einfluß des Erdmagnetismus.

Nicht blos die elektrischen Ströme und kräftige Magnete vermögen Ströme zu induciren, sondern auch der Erdmagnetismus inducirt in bewegten Leitern elektrische Ströme. Um dieses sehen zu können, darf man nur einen um Holzrahmen gelegten (8 Fuß langen und $\frac{1}{20}$ Zoll im Durchmesser haltenden) Leitungsdraht, dessen Enden mit einem empfindlichen Galvanometer verbunden sind, in parallele Lage mit dem magnetischen Meridian bringen, und sehr rasch um die horizontale Seite wenden. Die Galvanometernadel wird in Schwingungen gerathen, welche das Vorhandensein eines elektrischen Stromes anzeigen. Man hat noch mehrere Ueberzeugungsarten, besonders die in einem Schraubendrahte nach Faraday.

Induktions-Inklinatorium von Weber.

Zus. Auf bewegliche Ströme wirkt der Erdmagnetismus, als wenn die ganze Erde, von Ost nach West, parallel mit dem magnetischen Aequator, von elektrischen Strömen umkreist wäre, deren resultirende Kraft durch den einzigen Strom im magnetischen Aequator vorgestellt werden kann.

Versuche mit dem Ampere'schen Gestell können von der Wahrheit dieses Satzes überzeugen. Dieses Gestell ist construirt, um durch selbes das Grundgesetz in Hinsicht der Wirkung der elektrischen Ströme aufeinander nachzuweisen, und dieses Grundgesetz lautet:

„Zwei parallele Ströme ziehen sich an, wenn sie nach einerlei Richtung gehen, und stoßen sich ab, wenn sie entgegengesetzte Richtungen haben."

IV. Kapitel.

Elektricität durch chemische und organische Prozesse.

§. 1. Elektricität durch chemische Prozesse.

1) Es ist nicht leicht, die beiden Ursachen der Elektricitätserzeugung, den Contakt und die Affinität, von einander zu trennen; deßhalb entstand ein Streit, welcher die Gelehrten in Anhänger der Contakttheorie und der chemischen Theorie von einander schied.

2) Nach A. Schrötter, Professor der Chemie in Wien, hängen die elektrischen Erscheinungen mit der Natur der Körper innig zusammen, und geben zu der Vermuthung Veranlassung, daß alle chemischen Veränderungen derselben mit einer Störung des elektrischen Gleichgewichtes verbunden sein dürften.

3) Beweise, daß Elektricität durch chemische Wirkung erregt werde, kann man aus vielen Erscheinungen nehmen.

Hält man in ein Salpetersäure enthaltendes Gefäß die Enden zweier mit einem Multiplikator verbundener Platinstückchen, so bemerkt man keine elektrische Wirkung; läßt man aber, während die Drähte in der genannten Säure sind, in die Nähe des einen eingetauchten Endes einige Tropfen Salzsäure fallen, so zeigt die Nadel dieses Ende (das nun von dem gebildeten Königswasser angegriffen ist) augenblicklich negativ elektrisch. Die Entstehung eines elektrischen Stromes bei der Verbindung einer Säure mit einem Alkali wird durch die Becquerel'sche einfache Kette nachgewiesen.

Die Elektricitätserregung beim Eintauchen verschiedener Metalle in eine Flüssigkeit ist im Allgemeinen um so stärker, je rascher die Zersetzung der Flüssigkeit ist.

§. 2. Elektricität durch organische Prozesse.

Viele Erscheinungen weisen nach, daß in organischen Körpern ununterbrochen durch die Lebensthätigkeit Elektricität erzeugt werde.

Im Thierreiche liefern den stärksten Beweis manche Arten von Fischen, nämlich: der Zitteraal, bei dem das elektrische Organ in dem sehr langen Schwanze gegeben, der Zitterrochen, bei welchem der Rücken + der Bauch — Elektricität hat, der Zitterwels u. m. a.

Die Haare an Katzen, Pferden... geben oft beim Streichen im Dunkeln elektrische Funken.

Bekanntlich sind oft die Körper von manchen Personen, vorzüglich von jungen Menschen, so stark elektrisch, daß ihre Haare sich abstoßen und im Dunkeln Funken geben.

An Pflanzen gewahrt man nicht selten, daß sie im Dunkeln leuchtende Funken ausstrahlen.

V. Kapitel.

Elektricität durch Temperaturänderung.

§. 1. Gesetz der Thermoelektricität.

An isolirten wie auch an schlechten Leitern vermag eine örtliche Temperaturänderung eine elektrische Spannung hervorzubringen.

Turmalin etwas über 25° R. erwärmt. Krystalle, deren Flächen an den Enden einer Achse nicht symmetrisch geordnet sind.

In Leitern, welche der Elektricität eine Ausgleichung gestatten, kann durch Temperaturänderung ein elektrischer Strom erregt werden.

Am kraftvollsten zeigt sich diese Stromerregung zwischen zusammengelöthetem Wismuth und Antimon, in welchen Metallen die Enden durch einen Leitdraht verbunden sind. Wenn diese an der Löthstelle erwärmt werden, so geht ein elektrischer Strom von dem Wismuth zum Antimon, das Erkalten dieser Stelle aber bewirkt ein elektrisches Strömen von Antimon zum Wismuth.

Nach Seebeck in Berlin, welcher 1822 den Grund zur Thermoelektricität entdeckte, wurden thermoelektrische Spannungsreihen gebildet, wie eine solche für die Erwärmung hergestellte folgend angegeben ist:

+ Antimon	Messing	Kobalt
Arsenik	Rhodium	Palladium
Eisen	Blei	Platin
Zink	Zinn	Nickel
Gold	Silber	Quecksilber
Kupfer	Mangan	— Wismuth.

§. 2. Thermoelektrische Säulen.

Zwei verschiedenartige, zu einem thermoelektrischen Zwecke zusammengelöthete Metalle, kann man eine thermoelektrische Kette nennen, welche man auch in offene und geschlossene unterscheiden kann. So wie man mehrere Volta'sche Elemente, so kann man auch mehrere thermoelektrische Elemente zu einer thermoelektrischen Säule vereinigen, welche einen Strom geben, wenn man die Löthungsstellen 1, 3, 5 u. s. w., oder 2, 4, 6 ꝛc. erwärmt, während die dazwischenliegenden kalt bleiben.

Thermoelektrische Säule von Nobili und Melloni.

NB. Wer das bisher Angegebene mit Interesse gelesen hat, der wird erkennen, daß ein inniger Zusammenhang zwischen Magnetismus, Elektricität, Licht und Wärme statt finde.

III. Buch.

Kosmographie.

„Nostra conversatio in coelis est, unde etiam salvatorem exspectamus, D. N. J. Ch., qui reformabit corpus humilitatis nostrae, configuratum corpori claritatis suae."

Der mit Vernunft begabte Bewohner der Erde wird durch einen edeln *) Antrieb der Seele oft aufgefordert, sich durch Betrachtung dessen, was um ihn ist, von dem Dasein und von der Majestät Gottes zu überzeugen, um den Herrn aller Dinge recht zu erkennen **) und anzuerkennen. Der Denkende erhebt ***) darum, sehend, fühlend und vergleichend, das Auge von dem Gewirre irdischer Angelegenheiten zu dem harmonischen Schauplatze jenes zahllosen Heeres leuchtender Punkte,

---

*) Os homini sublime dedit coelumque tueri
Jussit, et erectos ad sidera tollere vultus. Metam. I. 87.

**) Coeli enarrant gloriam Dei et opera manuum ejus annunciat firmamentum. Ps. 18. 1.

***) . . . . . Juvat ire per alta
Astra, juvat terris et inani sede relictis
Nube vehi, validisque humeris insidere Atlantis.

welche in unermeßlicher Ferne ihre Bahnen in ungestörter Ordnung verfolgen, und wünscht *) bei ihrem Anblicke kennen zu lernen:

---

*) Schon die ältesten Urkunden der Geschichte bezeugen, daß man, besonders in Asien, selbst in der frühesten Sagenzeit, die Gestirne beobachtet, Planeten gekannt, ja sogar ihren Lauf zu berechnen versucht habe. Die uns bekannten ältesten astronomischen Beobachtungen sind chinesische; Montucla nennt sogar eine vom Jahre 2449 v. Ch.; dagegen werden von den vielen Beobachtungen des Tschu-Kong, der von 1104 bis 1098 v. Ch. über China herrschte, drei auf uns gekommene, als die ältesten von allen aus der Vorzeit genannt. Die astronomischen Nachrichten der Indier sollen bis 3102 v. Ch. hinaufreichen. Auch die Chaldäer rühmen sich sehr alter astronomischer Beobachtungen, welche nach Kallisthenes über 2167 v. Ch. gehen; Ptolemäus macht aber nur von zweien von ihnen 719 und 720 v. Ch. angestellten Beobachtungen eine Erwähnung. Die Egyptier hatten ebenfalls schon frühe Kenntniß von der Astronomie, was die praktische Weisheit der Priester unzweifelbar angibt. An dem Plafond des Portikus eines Tempels zu Dendera, sind die zwölf Figuren des Thierkreises, welche schon 2740 v. Ch. sollen gemacht worden sein. Von den Egyptern kam die Astronomie, — welche bis auf die neuere Zeit fast bei allen Völkern mit der Astrologie verbunden war — zu den Griechen, wo sie sich auf eine höhere Stufe erhob.

1) ihre Formen und Größen, und zugleich die Gesetze ihrer geräuschlosen Bewegung, und dann
2) ihre Beschaffenheit.

Diesem adelnden Verlangen entspricht mit Befriedigung das beharrliche Studium der Sätze aus der Kenntniß vom Weltgebäude; denn diese Kenntniß ist im höchsten Grade annehmlich und unterhaltend, weil dem in solche Eingeweihten möglich ist, den in Bewegung gesetzten Himmelskörpern die Bahnen auf Reihen von Jahren vorzuzeichnen, und weil der Kundige in dieser findet einen Mitgrund der Religion *), welche in dem gütigsten auch den mächtigsten Gott uns gibt.

„Und höher stets, zu immer höhern Höhen
Schwung sie das schaffende Genie.
Schon sieht man Schöpfungen aus Schöpfungen erstehen,
Aus Harmonieen Harmonie."
(Vergl. d. Gesch. v. Baco de Verulam bis auf Mädler).

*) Unzählig viele Stellen der Schrift sprechen diesen Satz aus; und der Dichter, welcher die durch Betrachtung des All's erregte Bewunderung und Ehrfurcht angeben will, ruft:

. . . . „In neue Gegenden entrückt
Schaut mein begeistertes Aug' umher, — erblickt
Den Abglanz hehrer Gottheit, ihre Welt,
Und diese Himmel, ihr Gezelt.
Mein schwacher Geist, in Staub gebeugt,
Faßt ihre Wunder nicht und schweigt." Herder.

I. Abtheilung.
Weltgebäude in mathematischer Rücksicht.

I. Abschnitt.
Von den Weltkörpern überhaupt.

I. Kapitel.
Welt, Weltkörper rc.

§. 1. Erklärungen.

1) Mit den Worten Weltall, Universum, Weltgebäude sucht man zu bezeichnen die Gesammtheit der unzähligen Körper, welche sich in dem uns gränzenlosen Raume befinden.

2) Es heißen dabei

a) die Körper des Weltalls: Weltkörper, Himmelskörper, Sterne, und

b) der Raum, in dem sie sind, heißt Himmel.

Zus. Firmament heißt das scheinbare Himmelsgewölbe, an dem die Sterne angeheftet sich zeigen.

§. 2. Eintheilung.

Die Himmelskörper werden eingetheilt:

a) in fixe, d. h. in befestigte (aber nicht absolut unbewegbare), und

b) in nicht fixe, d. h. in nicht befestigte, welche letzteren

α) Planeten (im engern Sinne), und

β) Kometen heißen.

§. 3. Von den Fixsternen.

1) Fixsterne heißen jene Sterne, welche bei ihrer scheinbaren täglichen Bewegung um die Erde ihre Lage gegen einander nicht ändern.

Die Zahl, die diese Sterne in sich schließt, ist, wie der Erdbewohner sieht, größer, als die der nicht fixen.

2) An den fixen Sternen werden manche Verschiedenheiten berücksichtiget, und zwar:

a) ihre verschiedene Größe, verschiedener Lichtglanz, und

b) ihre Veränderbarkeit.

ad a. Man hat in Bezug auf die scheinbare Größe oder auf den Lichtglanz zwölf Klassen in den Sternen:

α) Sterne von 1., 2., 3., 4., 5., 6ter Größe, und

β) die von der 7. bis 12. Klasse, telescopische Sterne (Sterne, welche nur mittelst eines Fernrohrs gesehen werden können).

ad b. Unsern Augen scheinen einige Fixsterne sich zu verändern in Rücksicht

α) auf die Größe, und

β) auf die Farbe des Lichtes.

3) Nach der Ueberzeugung, welche die Astronomen geben können, sind die Fixsterne größtentheils in unermeßlichen Fernen von uns, so daß das Licht, bei seiner bekannten Geschwindigkeit (von mehr als 41700 geographischen Meilen), vom nächsten Fixsterne zu uns mehrere Jahre Zeit brauchen würde.

4) Ueber die nähere Beschaffenheit, wie über die Zahl *) der Fixsterne, läßt sich noch nichts Bestimmtes sagen. Ihr Licht,

*) „In meines Vaters Haus sind viele Wohnungen.“

welches sehr intensiv ist, ist ihnen eigen, d. h. sie bringen Licht hervor, ohne von andern Körpern erst dieses empfangen zu müssen.

§. 4. Von den Planeten.

I. Von den Planeten (πλανάω = ich wandle umher) im engern Sinne.

Planeten vorzugsweise, heißen jene Sterne, welche ihren Stand zu den andern zwar ändern, und in verschiedenen Zeittheilen ihre Umläufe am Himmel vollenden, aber innerhalb einer gewissen Gegend und Richtung des Himmels bleiben.

Einige von den Planeten, welche die jetzt lebenden Himmelskundigen kennen, kannten die Alten schon.

II. Von den Kometen (von κόμη = Haar).

Die Kometen sind Weltkörper, welche in einer unbekannten (und ohne Zweifel sehr beträchtlichen Anzahl) im Weltraum vorhanden sind, aber nur selten am Firmamente zum Vorschein kommen, und einen eigenen, oft sehr ungleichen, von dem der Planeten sehr verschiedenen, aber doch regelmäßigen Lauf haben, welcher sich bis jetzt nur bei sehr wenigen mit Sicherheit im Voraus bestimmen läßt. Sie erscheinen gewöhnlich in einen Lichtglanz oder Nebel eingehüllt, und sind meistens mit glänzenden oder blassen, nebelichten Schweifen versehen.

Daß der Aberglaube die Kometen lange als Unglücksboten ansah, ist bekannt.

II. Kapitel.

Von den Sternbildern und Sterngruppen.

I. Artikel. Mathematisch-astronomische Linien auf der Himmelskugel.

§. 1. Horizont und die Erde ein Körper.

1) Wenn der verständige Erdbürger von irgend einem Standpunkte auf seinem Wohnplatz, welcher allenthalben freie Aussicht gewährt, bis an die Grenzen des Himmelsgewölbes sieht, so kommt es ihm vor, als stehe er auf einer großen scheibenförmigen Fläche, auf welcher das Himmelsgewölbe als halbe hohle Kugel ruht. Der Begrenzungskreis der hohlen Kugel, in welchem sich die Erde und das Firmament einander zu berühren scheinen, heißt **Horizont** (von ὁρίζειν = endigen, begrenzen).

Wahrer und scheinbarer Horizont, Gesichtskreis.

2) Nicht lange fesselt die Täuschung den denkenden Beobachter, welcher die Erde anfangs *) für eine kreisrunde Fläche hält, vorzüglich wenn er bei nächtlicher Weile das funkelnde Firmament betrachtet. Er bemerkt (insbesondere durch die parallaktische Maschine) an den meisten Stellen der Erde bald, daß über dem Horizont viele Lichter aufsteigen,

---

*) Nach der ersten Vorstellungsweise der Griechen (Odyss. 3, 2. 15, 329), Hebräer (Hiob 37, 18. Jesaias 40, 21, 22. Ezech. 5, 5, Ps. 23, 2) .... ist die Erde eine große, runde Fläche, von einem feststehenden Himmelszelte überdeckt.

welche (fast immer auf zur Erdfläche schief geneigten Bogen) am Himmel hingehen; ja er bemerkt sogar einige, welche nicht bloß Theile von Kreisen, sondern ganze Kreise durch ihren Lauf über seinen Standpunkt an der Himmelsfeste beschreiben *), Circumpolarsterne, nieuntergehende Sterne.

Verstandgemäß ist es daher zu dem Schluß zu kommen, das Himmelsgewölbe sei eine hohle Kugel, welche sich mit einer auf dem Horizont aufstehenden Achse um die Erde bewegt. **)

Die Erde ist dabei schon nimmermehr in Flächengestalt, sondern vielmehr als Körper von drei Dimensionen anzusehen. ***)

---

*) „. . . Sterne sieht er jugendlich auferſteh'n,
Tausendjährigen Gangs durch's Firmament zu geh'n,
Sieht sie spielen
Nach den lockenden Zielen,
Irrend sucht sein Blick umher,
Sieht die Räume schon — sternenleer."

**) Aëra per gelidum tenuis deducitur axis,
Libratumque gerit diverso cardine mundum;
Sidereus medium circa quem volvitur orbis,
Aeternosque rotat cursus." Man. L. I. v. 277 . . .

***) Wenn Plato (geb. 430, gest. 348 v. Ch.) wirklich die Erde sich noch nicht kugelförmig dachte, so gab er ihr wenigstens die Form eines Würfels; und schon Plato's Schüler Eudorus aus Knidos (360 v. Ch.) hatte eine richtige Vorstellung von der Gestalt der Erde.

§. 2. Erklärungen.

Bereitet man sich (Fig. 70) unter freiem Himmel eine Horizontal-Fläche, stellt in dieser einen undurchsichtigen Körper (Gnomon) von nicht allzugeringer Länge senkrecht, und zieht um den Fußpunkt dieses senkrechten Körpers mehrere concentrische Kreise, so kann man bemerken, wenn man von früh Morgens bis Abends an heitern Tagen den Schatten des Körpers beobachtet, daß dieser Schatten von seinem Erscheinen an Morgens immer sich verkürzt, und dann Abends wieder wächst, und somit die genannten concentrischen Kreise von den äußern gegen die innern, und v. v. berührt. Bezeichnet man genau die Punkte, in denen der Schatten den Kreis verläßt, und halbirt man alle ähnlichen Bogen und zieht nach diesen noch eine gerade Linie durch die Halbirungspunkte und den Fußpunkt des senkrechten Körpers, so ist eine **Mittagslinie** construirt.

Diese sehr einfache Construktionsart der Mittagslinie ist nicht für den strengen Mathematiker.

Stellt man sich so auf die Richtung einer Mittagslinie (Fig. 70), daß diese Linie den Sehwinkel der geradeaus sehenden Augen halbirt, und daß zur linken Seite der Aufgang der Sonne ist, so ist in einem Kreise, dessen Mittelpunkt man einnimmt, vor dem Gesichte **Süden**, im Rücken **Norden**, zur Linken **Osten** und zur Rechten **Westen**.

Die von diesen vier Punkten (Cardinalpunkten) bestimmten Quadranten werden in mehrere Theile getheilt, um die sogenannte **Windrose** zu geben.

Der über dem Mittelpunkt im Horizont am Himmelsgewölbe (Fig. 71) senkrecht liegende Punkt heißt **Zenith**, der unter diesem Punkt im Horizont senkrecht liegende heißt **Nadir**; die Zenith und Nadir verbindende gerade Linie heißt

Vertikal-Linie. Zieht man nach irgend einem Punkt des Himmels eine Gerade vom Mittelpunkt des Horizonts, so wird diese mit der Horizontalebene einen Winkel bilden, welcher Höhe (=h) des Punktes heißt. Derjenige Winkel, den diese Linie mit der Vertikal-Linie macht, ist die Zenith-Distanz (=z). [100]) Ein größter Kreis durch den Zenith und einen andern Punkt am Himmel senkrecht auf dem Horizont heißt Vertikalkreis.

Ein durch Zenith und Nadir, und durch Süd- und Nordpunkt gehender Kreis (Fig. 72) wird Meridiankreis genannt. Zeigt sich ein Himmelskörper im Meridiankreis, so sagt man, er kulminirt. Der Punkt, bei welchem der Körper im Culminiren ist, heißt Culminations-Punkt. Der Winkel, welchen der Vertikalkreis und der Meridian mit einander machen, heißt Azimuth (=a).

Da die Lichtstrahlen beim Durchgang durch unsere Athmosphäre zum Einfallsloth gebrochen (p. 232) werden, so bringt die Sonne uns, wenn sie noch 18° unter dem Horizont ist, doch schon Licht; der Punkt, in welchem dieses zuerst geschieht, heißt Dämmerungspunkt, und der Kreis durch den Dämmerungspunkt parallel zum Horizont heißt Dämmerungskreis. Der durch einen Punkt am Himmelsgewölbe gelegte, mit dem Horizonte eines Ortes parallel laufende Kreis heißt das Almukantharath (Höhenkreis).

§. 3. Erklärungen.

1) Die nieuntergehenden Sterne, welche (nach §. 1.) täglich Kreise am Himmelsgewölbe durch ihre Bahnen zu beschreiben scheinen, gehen täglich sichtbar zweimal durch die Meridiane und schneiden in jedem Meridian Kreisbogen aus. Wenn man diese Kreisbogen halbirt und den Halbirungspunkt mit seinem Standpunkt im Horizont durch eine Gerade ver-

bindet, so zeigt diese am Himmelsgewölbe nach der Lage der beiden Himmelspole (Nord- und Südpol) und liegt in der Richtung der Himmelsachse oder Weltachse. (Fig. 73)

Die Himmelsachse macht mit dem Horizont einen Winkel, welcher Polhöhe ($=\varphi$) heißt.

2) Eine auf die Himmelsachse senkrecht gestellte Fläche, erweitert bis an das Himmelsgewölbe, bezeichnet am Firmamente den Aequator (Gleicher) des Himmels. Ein Stück des Aequators von einem bestimmten Punkt (gewöhnlich vom Ostpunkt) anfangend heißt Länge ($=A$). Der Abstand eines Punktes vom Aequator gibt die Breite ($=\beta$).

Eine Linie von irgend einem Punkt am Himmel in das Centrum des Aequators bildet mit dem Aequator einen Winkel, welcher die Deklination ($=\delta$) des Punktes heißt. Der Winkel aus dieser Linie und der Weltachse wird Poldistanz ($=p$) genannt. [100])

Ein größter Kreis durch einen Punkt, von dem die Deklination berücksichtiget wird, und durch den Pol heißt Deklinationskreis. Ein Bogen des Aequators, der vom Ostpunkt (bezeichnet durch 0°) bis zu demjenigen Punkt geht, in welchem der Abweichungskreis eines Sterns den Aequator trifft, heißt gerade Aufsteigung (α = ascensio recta). Derjenige Winkel, welchen der Deklinationskreis mit einem Meridian macht, heißt Stundenwinkel ($=t$). Der Deklinationskreis und der Vertikalkreis machen, wenn sie sich schneiden, den parallaktischen Winkel ($=q$).

Beide Winkel (Fig. 72) sind sphärische.

Diejenigen Deklinationskreise, welche durch 0°, 90°, 180° und 270° der Rektascension gehen, heißen Coluren. Der

---

[100]) $z + h = \delta + p = 90$.

Winkel, welchen der Breitenkreis mit dem Deklinationskreis an dem Punkte eines Sternes macht, wird **Positionswinkel** ($=\psi$) genannt.

Beachtet man den Lauf des unserm Auge größten Lichtes am Himmel, so bemerkt man, daß dieses in einem bestimmten Zeitraum über und unter dem Aequator regelmäßig leuchtet. Es scheint dieses in diesem bestimmten Zeitraume (in einem Jahre) eine Bahn am Himmelsgewölbe durch seinen Weg zu beschreiben, welche den Aequator unter einem Winkel von 23° 27′ 32″ ($=\varepsilon$) schneidet. Diese scheinbare Sonnenbahn heißt **Ekliptik**. Man denkt sich parallel zum Aequator durch die Wendepunkte, in denen die Sonne von dem Aequator am entferntsten sich zeigt, Kreise, welche **Wendekreise** heißen. Den Wendekreisen parallell, 23½° von den Polen, sind ebenfalls Kreise zu denken, die **Polarkreise** genannt werden.[101])

II. Artikel. **Von den Sternbildern, Gestirnen, und von den andern Sterngruppen.**

§. 1. Sternbilder.

1) Wer immer in die ersten Kindestage der Menschheit zurückblickt, der gewahrt zur innigsten Freude (während ihn

---

[101]) Die in den letzten §§. angegebenen Linien nnd Winkel gibt bekanntlich auch die sphärische Trigonometrie, und die Rechner können daher gebrauchen (wenn die Bezeichnungen a, b, c, und α, β, γ gewählt sind)

$$\cos a = \cos b \,.\, \cos c + \sin b \,.\, \sin c \,.\, \cos \alpha. \text{ etc.}$$

$$\sin a : \sin b = \sin \alpha : \sin \beta. \text{ etc. u. s. w. dann}$$

die **Gaußischen** Formeln und die **Neper'schen** Analogien.

die unser Geschlecht erniedrigenden Aeußerungen von sogenannten Gelehrten betrüben müssen), daß vor Jahrtausenden denkende Geister in menschlichen Körpern lebten, welche das sehnlichste Verlangen hatten, das Heer der Sterne (der Zeichen der Größe Gottes) in Bildern sich für jeden Augenblick vorstellen zu können.

Die unzählige Menge der am Himmelsgewölbe leuchtenden, unbeweglichen Himmelskörper wurde daher schon in dem grauesten Alterthume in gewisse Gruppen und Felder zusammengenommen, und eine jede solche Gruppe Gestirn oder Sternbild genannt.

Unterschied zwischen Stern und Gestirn.

2) Man hat das Himmelsgewölbe in drei Theile zerlegt gedacht.

A) Der erste Theil ist ein Gürtel, welcher zu beiden Seiten der Ekliptik 8 bis 10° hält, und welcher mit dem Namen Thierkreis bezeichnet ist. Die Sterngruppen in diesem Gürtel heißen Bilder des Thierkreises oder des Zodiacus.

B) Auf den andern Theilen des Himmelsgewölbes unter und über dem Zodiacus finden sich die südlichen und nördlichen Sternbilder.

ad A. Sternbilder im Zodiacus.

Der Zodiacus ist in zwölf Gestirne (jeder zu 30°) zerlegt, durch welche die Sonne jährlich ihren Lauf zu machen scheint. Diese Gestirne erhielten sehr wahrscheinlich ihre Benennungen nach den merkwürdigsten Naturbegebenheiten und gewöhnlichen Witterungen derjenigen Zeittheile, in welchem die Sonne dieses oder jenes zu durchwandern das Ansehen gibt. Und nach Manilius (I. 261 — 273) sind sie also beschrieben:

Schimmernd strahlet zuerst der Widder im goldenen Vließe,
Blickt mit Verwunderung hin zu dem weggewendeten Stiere,
Welcher die Zwillinge ruft, die abwärts senken die Stirne;
Auf sie folget der Krebs und der Löwe, auf diesen die
Jungfrau.
Gleichet dem Tage die Nacht an der Länge, so ziehet die Wage
Dann den Scorpion an, der schimmert in flammender Lohe,
Und es dienet sein Schweif noch als Scheibe dem Schützen —
ein Pferdmensch,
Welcher den flüchtigen Pfeil vom gespanneten Bogen hinweg-
schnellt.
Dann noch kommt das Gestirn mit dem schimmernden Lichte,
der Steinbock.
Nach ihm leeret der Wassermann die gesenkete Urne
Für die Fische, mit Lust in gewohnten Wellen sich badend;
Sie auch beschließen den Kreis; — dann beginnet der Widder
von Vorne. *)

---

*) „Aurato princeps Aries in vellere fulgens
Respicit, admirans adversum surgere Taurum
Submisso vultu Geminos et fronte vocantem.
Quos sequitur Cancer, cancrum Leo, Virgo leonem.
Aequato tum Libra die cum tempore noctis
Attrahit ardenti fulgentem Scorpion astro.
In cujus caudam contentum dirigit arcum.
Mixtus equo, volucrem missurus jamque sagittam.
Tum venit augusto Capricornus sidere flexus.
Post hunc inflexam defundit Aquarius urnam,
Piscibus assuetas avide subeuntibus undas:
Quos Aries tangit claudentes ultima signa.“ i. e.

Die Chaldäer sind sehr wahrscheinlich die Erfinder dieser Namen der Gestirne. Ihr Jahr fängt mit der Tag= und Nachtgleiche des Frühlings an. Weil nun da die Schafe, Kühe und Ziegen nach einander Junge werfen, und ihrer Besitzer Heerden und Einkommen vergrößern, so formirten die chaldäischen Sternseher für die drei ersten Zeichen des Thierkreises, welche die Sonne im Frühling durchläuft, einen Widder, einen Stier, und ein Paar Ziegen (anstatt der letztern wurden in den folgenden Zeiten Castor und Pollux [die Zwillinge] gesetzt). Da die Alten bemerkten, daß, wenn die Sonne beim Anfange des Sommers den höchsten Punkt erreicht hatte, sie sich bald wieder vom Scheitelpunkte entferne, so mußte das sehr wohl gewählte Bild eines Krebses, die zurückkehrende Sonne bezeichnen. Die alsdann folgende Hitze in Chaldäa wurde durch den grimmigen Löwen vorgestellt. Eine Jungfrau, als eine Schnitterin mit einem Büschel Kornähren in der Hand, bezeichnete die Zeit der Erndte auf den Sennarischen Feldern. Die nunmehr fo gende Gleichheit der Tage und Nächte beim Anfange des Herbstes, wurde sehr geschickt durch das Bild der Waage dargestellt. Die Krankheiten, die sich gewöhnlich im späten Nachjahre einstellten, mußte ein giftiger Scorpion andeuten. Die alsdann angehende Jagd hatte den Schützen zum Abbilde. Nun war die Sonne beim Anfange des Winters am weitesten vom Scheitelpunkte gegen Süden hin abgewichen, und da sie nachher wieder sich nach und nach zu erheben anfing, so war nichts geschickter, die wieder aufsteigende Sonne anzuzeigen, als ein gegen die Felsen anklimmender Steinbock. Die

♈ ♉ ♊ ♋ ♌ ♍
Sunt aries, taurus, gemini, cancer, leo, virgo,

♎ ♏ ♐ ♑ ♒ ♓
Libraque, scorpius, arcitenens, caper, amphora, pisces.

Regenzeit, welche sich hierauf gewöhnlich in heißen Ländern um Mitte des Winters, einstellt, sollte ein Mann, der einen Wasserkrug ausgießt (Wassermann), bezeichnen. Ein Paar mit einem Bande vereinigte Fische mußten an die Zeit des Fischfangs beim Ausgange des Winters erinnern.

ad B. Sternbilder außer dem Zodiacus.

Die Gestirne außer dem Zodiacus wurden theils von den den alten, theils von den neuen Astronomen mit Namen belegt, daher hat man zu unterscheiden:

I. nördliche Sternbilder
1) der alten, und 2) der neuen Zeit, und

II. südliche Sternbilder
1) der alten, und 2) der neuen Zeit.

ad I. Es sind die Namen
1) der alten nördlichen Sternbilder:

1. Der große Bär,	9. das kleine Pferd,	17. der fliegende Adler,
2. der kleine Bär,	10. der nörd. Triangel,	18. der Pfeil,
3. der nördl. Drache,	11. der Fuhrmann,	19. der Geier mit der Leier,
4. der Cepheus,	12. der Bootes oder Bärenhüter,	20. der Schwan,
5. die Cassiopeja,	13. die nördl. Krone,	21. der Delphin oder das Meerschwein;
6. die Andromeda,	14. der Schlangenträger,	
7. der Perseus mit d. Kopfe der Medusa,	15. die Schlange,	
8. der Pegasus oder das Musenpferd,	16. der Herkules,	

2) der neuen nördlichen Sternbilder:

1. Das Kameelpard,	8. der Antinous,	14. das Haar der Berenice,
2. der Tieger,	9. der Schild Sobieski's,	15. der kleine Löwe,
3. das Telescop Herschels,	10. der Cerberus,	16. das kleine Dreieck, und
4. die Fliege,	11. der Mauerquadrant,	17. das lappländische Rennthier.
5. die Friedrichsehre,	12. der Berg Mänalus,	
6. die Eidechse,	13. die Jagdhunde,	
7. der Fuchs mit der Gans,		

ad II. Es heißen

1) die alten südlichen Gestirne:

1. Orion,	6. großer Hund,	11. Wolf,
2. Wallfisch oder Meermonstrum,	7. Hydra oder große Wasserschlange,	12. Altar,
3. Eridanusfluß,	8. Becher,	13. südlicher Fisch,
4. Hase,	9. Rabe,	14. Schiff Argo,
5. kleiner Hund,	10. Centaur,	15. südliche Krone;

2) die neuen südlichen Gestirne:

1. südlicher Fisch,	13. Chamäleon,	24. Luftpumpe,
2. Granich,	14. Eiche Carls II.,	25. Seeoktant,
3. Indianer,	15. Kreuz,	26. Zirkel,
4. Phönix,	16. große u. kl. Wolke,	27. Lineal u. Winkelmaß,
5. Einhorn,	17. Bildhauer-Werkstätte,	28. Telescop,
6. südliches Dreieck,	18. chemischer Ofen,	29. Mikroskop,
7. Paradiesvogel,	19. Pendeluhr,	30. Tafelberg,
8. Pferd,	20. rhomboid. Netz,	31. brandenb. Scepter,
9. amerik. Gans,	21. Grabstichel,	32. Georgsharfe,
10. Schlange,	22. Malerstaffelei,	33. kleiner Reflektor Herschels.
11. Schwertfisch,	23. Seekompaß,	
12. fliegender Fisch,		

Man hat den Sternbildern und Sternen (von welchen die größten meist arabische Benennungen haben) andere Namen (z. B. Namen der Apostel auf Luc. 10, 20. hin) geben wollen.

3) Diese genannten Sternbilder wird nur derjenige kennen lernen, der mit Ausdauer bei gehöriger Unterweisung oft das gestirnte Himmelsgewölbe betrachtet. Wohl stehen ausgezeichnete Hilfsmittel zur Erlangung dieser Kenntniß zu Gebote, und solche sind Anleitungen, wie sie Bode gibt, und Himmelskarten, und zwar auf Kugeln — auf converen und concaven, und auf Flächen — (Atlas von Bode, Littrow, Zach...).

Beinahe alle menschlichen und thierischen Sternbilder stehen dem, der nach Süden sieht, in aufrechter Stellung.

§. 2. Andere Gruppen.

Am Firmamente können theils dem unbewaffneten, theils dem bewaffneten Auge Gruppen von Sternen sichtbar werden, die verschiedene Beschreibungen leiden müssen.

Von diesen scheinen das größte Interesse zu haben:

1) die Doppelsterne, und

2) die Nebelflecken.

ad 1. Je zwei Sterne, welche auffallend nahe beisammenstehen, und von denen man erkennt, daß sie eine gemeinschaftliche Bewegung haben, heißt man Doppelsterne. Die Doppelsterne haben eine eigene Bewegung um einander. Einer von beiden ist gewöhnlich bedeutend größer als der andere

Es gibt auch drei- und mehrfache Sterne. Die Zahl der Doppelsterne mag über 6000 betragen.

ad 2. Nebelflecken nennt man die kleinen, matten, bald regelmäßig, bald unregelmäßig gestalteten Lichtwolken,

welche man theils mit freiem Auge, in vorzüglicher Anzahl aber mit den Fernröhren am Himmel bemerkt, welche mit Centralkörpern wie Fixsterne eigene Stellen am Himmel behaupten. Mit den Fernröhren lassen sich diese in einzelne Sterne auflösen, und zeigen sich deutlich als Aggregate von Sternen.

Schon der ältere Herschel hat über 3000 am Himmel entdeckt, welche er in acht Klassen eintheilte. Sie sind nicht gleichmäßig am Himmel vertheilt, sondern sie bilden eine Art Zodiacus, welcher sich als größter Kreis über den ganzen Himmel hinzieht, und unter rechten Winkeln die Milchstraße schneidet. Die meisten sind gehäuft in den Sternbildern der Jungfrau, der Berenice, und in dem des großen Bären.

Durch Mädler haben wir neuerst die Sicherheit erhalten, daß die sogenannte Milchstraße eine Ansicht eines isolirten Aggregates von Sonnen sei, zu welchem auch unsere Sonne gehört. Das Aggregat soll die Gestalt einer Linse haben, von deren Mittelpunkte Alcyone unsere Sonne nicht sehr entfernt liegt.

Ungefähr 706663178725000 geographische Meilen.

Was die Alten in Rücksicht der Entstehung der Milchstraße fabelten, ist aus Ovids Metamorph. I. B. wohl bekannt.

II. Abschnitt.

Von den Himmelskörpern insbesondere.

Jeder Erdbürger *) nennt seinen Wohnplatz einen Welt- oder Himmelskörper.

---

*) Ja unter Denen, die den Worten der Schrift um jeden Preis den Wortsinn als wahr erhalten wollen, gibt es sogar mehrere, welche (wohl in falscher Vorstellung von der Größe Gottes befangen) die Erde als Haupthimmelskörper angesehen wissen wollen.

Wenn man nun die Himmelskörper alle im Besondern betrachten will, in Rücksicht ihrer Gestalt, Größe und Bewegung, so kann man es nicht unpassend finden, wenn man vor Allem spricht:

I. von der Erde, und von den mit ihr in Verbindung stehenden Himmelskörpern, und dann erst

II. von denjenigen, von denen man die Verbindung mit unserm Systeme noch nicht genau einsieht.

I. Hauptstück.

Die Erde und die mit ihr zunächst in Verbindung stehenden Himmelskörper.

Erste Betrachtung.

Gestalt oder Form und Größe der Erde.

I. Kapitel.

Gestalt oder Form und Eintheilung der Erde.

§. 1. Gestalt der Erde.

Satz. Die Erde ist nach allen Seiten gekrümmt.

Der Beweis für diesen Satz wird genommen aus Beobachtungen, die man

an der Erde, und dann

an dem Himmel machen kann.

ad 1. Wir erblicken an den Gegenständen, denen wir uns oder welche sich uns nähern, in jeder Richtung hin

zuerst die obern, dann nach und nach die untern Theile. Beispiele seien auf dem Lande Thürme, Bäume.... auf dem Meere die Masten und Segel der Schiffe.

Wo wir immer stehen auf der Erde, gerade da finden wir bei freier Aussicht den Horizont kreisförmig. Diese kreisförmige Erweiterung (deren Größe von der Höhe [102]) unsers Standpunktes abhängt) kann sich überall nur auf einem allenthalben gekrümmten (kugelförmigen) Körper zeigen.

Es ist eine Thatsache, daß man an dem Orte, von welchem man ausgegangen, wieder ankam, wenn man unverändert dieselbe Richtung (von Osten nach Westen oder v. v.) im Weiterreisen beibehalten.

Ein Schiff des Portugiesen Magelhaens machte (von 1519—1522) die erste Reise um die Erde, viele Andere nach diesem.

Wenn die Grenze der Wahrnehmbarkeit [103]) eines Gegenstandes nicht nur nicht überschritten, sondern noch lange nicht erreicht ist, so muß er, wenn kein unsichtbarer Körper hindert, sichtbar werden. Berge u. dgl., oft weit innerhalb dieser Grenze, werden doch nicht gesehen aus entfernten Punkten, also hindern unsichtbare Körper; und als solche zeigen sich nur die Segmente der beinahe kugelähnlichen Erde.

ad 2. Einigen (den östlich gelegenen) Bewohnern der Erde geht die Sonne bedeutend früher auf und unter, und

---

102) Ist die Höhe eines Standpunktes $= h$, und der Radius der Erdkugel $= r$, so wird sich aus $(r + h) \cos \alpha = r$ die Fläche des Horizonts leicht bestimmen lassen.

103) Ist α der Gesichtswinkel, d die Größe der Entfernung und h die der Höhe, so hat man: $h = d \,.\, tg\alpha$.

früher durch den Meridian, als andern (den westlich wohnenden). Dieses wäre nicht, wäre die Erde von Osten nach Westen nicht gekrümmt.

Zus. Es hat sich als Thatsache herausgestellt:

daß genau gehende Uhren zu früh oder zu spät zeigen, wenn man sie von einem Orte nach Westen oder von demselben nach Osten brachte, und

daß bei einer Reise um die Erde in der Richtung von Osten nach Westen ein Tag gewonnen, dagegen von Westen nach Osten ein Tag verloren wird.

Einem Beobachter, der in der Meridianlinie (p. 341) von Süden nach Norden (oder v. v.) geht, werden vorher gesehene Sterne hinter sich verschwinden, und niegesehene vor sich sichtbar. Dieses wäre nicht, wäre die Erde von Süden nach Norden nicht gekrümmt.

Bei Mondsfinsternissen, welche durch den Schatten der Erde verursacht werden, zeigt sich immer auf der Mondscheibe ein Kreis oder ein Segment von einem Kreise, welche Abbildung nur eine Kugel oder ein beinahe kugelförmiger Körper zeigen kann.

Alle Himmelskörper, die wir mit astronomischen Instrumenten deutlich beobachten können, zeigen eine kugelähnliche Gestalt, daher läßt sich durch Analogie schließen, daß, wie alle Himmelskörper kugelähnlich sind, so auch unsere Erde Kugelgestalt haben muß.

Daß die Erde beinahe Kugelform habe, beweisen die Gelehrten aus Gradmessungen, die auf derselben vorgenommen wurden; und endlich aus den verhältnißmäßig kleinen Reisen auf der Erde, welche man hier zu machen hat, um am Himmelsgewölbe bedeutende Längen zurückzulegen.

Folgesatz. Die Erde hat als eine im unmeßbaren Raume schwebende Kugel Pole, und von einem Pol zum entgegengesetzten Pol eine Achse, und diese ist immer parallel zur Welt-

achse (und auch zur Sonnenachse), wahrscheinlich von magnetischer Kraft im All (cf. p. 281).

§. 2. Eintheilung der Erdoberfläche.

1) Man hat sich auf der Erdoberfläche mathematische Linien und Punkte und Winkel zu denken, welche den (§. 1, 2, 3. p. 339—344) an das Himmelsgewölbe gesetzten in den Lagen und Namen entsprechen.

Es gibt nur einen Aequator; aber jeder Ort hat seinen eigenen Horizont. Mit der Aenderung des Ortes auf der Erde ändert sich daher zwar dieser, aber nicht jener, der allen gemeinschaftlich ist.

Der Aequator und der Horizont können nun

a) entweder in einander fallen,

b) oder sich schneiden, und in diesem letzten Falle, wo sie sich als größte Kugelkreise halbiren, müssen sie

α) auf einander senkrecht, oder

β) auf einander schief stehen.

ad a.

Fallen Aequator und Horizont in einander, also die Erdpole in Zenith und Nadir, so bewegen sich die Sterne bei der scheinbaren täglichen Bewegung des Himmels, da ihre vermeinten Bahnen immer parallel zum Aequator sind, auch in zum Horizont parallelen Kreisen, und man hat eine sogenannte parallele Himmelskugel (sphaera parallela), welche nur von den Bewohnern des Nord- und Südpoles der Erde gesehen werden kann.

Folgesatz. Die Gestirne haben diesen Bewohnern (da sie immer über dem Horizont bleiben) keinen Auf- und keinen

keinen Untergang. Aber über dem Nordpole der Erde sieht man nur die Gestirne der nördlichen, und so auch über dem Südpole nur die der südlichen Halbkugel.

ad b.

α) Steht der Aequator senkrecht auf dem Horizont, geht also jener durch Zenith und Nadir, dieser durch die Weltpole, so stehen auch die zum Aequator parallelen Kreise, in denen sich die Gestirne zu bewegen scheinen, senkrecht auf dem Horizont. Die Gestirne gehen auf der einen Seite des Horizonts auf, erheben sich senkrecht bis zur größten Höhe, und senken sich von da ebenso senkrecht auf der entgegengesetzten Seite herab, wo sie nach halbtägiger Sichtbarkeit untergehen; und man hat die sogenannte senkrechte Himmelskugel (Sphaer. recta), welche nur den Bewohnern der Punkte des Aequators sich zeiget. Die Bewohner des Aequators sehen alle Gestirne des Himmels, aber nur auf ihren täglichen Bahnen, d. h. keinen als Circumpolarstern (p. 340).

β) Steht der Aequator schief auf dem Horizonte, befindet sich also der sichtbare Pol zwischen dem Horizont und dem Zenith, so müssen auch die zum Aequator parallelen Kreise ebenso schief gegen den Horizont liegen, und von diesen Kreisen werden die um den sichtbaren Pol zunächst gelegenen, so lange ihre Entfernung von demselben noch nicht der Polhöhe gleich ist, ganz über dem Horizont liegen, die übrigen von da bis zum Aequator aber zum größeren Theile, und zwar immer um weniger mehr als die Hälfte, je näher sie dem Aequator sind, welcher selbst nur genau zur Hälfte darüber liegt; die auf der andern Seite des Aequators befindlichen Parallelkreise haben immer desto weniger als die Hälfte über dem Horizonte, je entfernter sie sind, bis endlich diejenigen, deren Entfernung vom Aequator die Polhöhe übertrifft, ganz unter

demselben liegen. Eine solche Lage der Himmelskugel heißt eine schiefe Himmelskugel (sphaera obliqua); sie ist die aller Orte zwischen dem Aequator und den Polen, nur durch den Grad der Schiefe verschieden. Die Erdbewohner zwischen dem Aequator und den Polen sehen den größern Theil sämmtlicher Gestirne theils in ihren ganzen Bahnen, theils in Theilen derselben.

Unter den Gestirnen gibt es also solche, welche genau die Hälfte, mehr oder weniger als die Hälfte ihrer Bahn, oder auch solche, die ihre ganze Bahn über oder unter dem Horizonte haben, d. h. es gibt Gestirne, welche einen halben Tag, mehr oder weniger als einen halben Tag, und endlich immer oder niemals über dem Horizont verweilen.

Folgesatz. Einen Auf- und Untergang der Gestirne gibt es also nur in der nicht parallelen Himmelskugel, und nur da auch Weltgegenden. (p. 341. §. 2.)

1. Zus. Der Aequator gibt ein vorzügliches Mittel zur Bestimmung der Lage eines Ortes auf der Erdkugel: denn mittels des Aequators wird die sogenannte Breite und Länge eines Ortes angegeben. Geographische Breite (latitudo) ist der Abstand eines Ortes vom Aequator. Man unterscheidet nördliche und südliche Breite, je nachdem der Ort in der nördlichen oder südlichen Halbkugel liegt. Unter der geographischen Länge eines Ortes versteht man den sphärischen Winkel, unter welchem der Meridian dieses Ortes den Meridian eines andern, auf welchen die Länge bezogen werden soll, durchschneidet; und da der Bogen des Aequators, der zwischen beiden Meridianen liegt, das Maaß eines sphärischen Winkels ist, so dient er zur Bestimmung der geographischen Länge (nach p. 343). Man unterscheidet östliche und westliche Länge.

Längen-Bestimmungen beziehen sich nicht auf eine von Natur festgesetzte Linie, sondern sie können auf den Meridian eines jeden

Punktes auf der Erde bezogen werden. Man hat aber, um Irrungen vorzubeugen, einen Meridian als denjenigen festzusetzen, nach welchem die Längen der übrigen bestimmt werden, und nennt ihn ersten Meridian. Man ist gewöhnt, den als ersten anzunehmen, welchen die Franzosen auf Befehl Ludwig XIII. im J. 1634 durch die Insel Ferro zogen.

2. Zus. Der Bogen, welchen ein Gestirn über dem Horizont beschreibt, heißt sein Tagebogen. Seine Größe hängt ab von seiner Abweichung und von der Lage des Ortes gegen den Horizont der Erde, oder von seiner Polhöhe.

2) Mit Rücksicht auf die auf dem Erdkörper angenommenen mathematischen Linien ist

I. eine Eintheilung der Erdoberfläche, und

II. eine Eintheilung der Erdbewohner gemacht.

ad I. Die Erdoberfläche ist eingetheilt:

a) nach Zonen, welche immer durch Breiten bestimmt werden, und

b) nach mathematischen Klimaten, die von den physischen wohl zu unterscheiden sind.

ad a. Die Erdoberfläche hat drei, resp. fünf Zonen (quinque tenent coelum zonae), nämlich:

eine heiße, welche $23\frac{1}{2}°$ über, und $23\frac{1}{2}°$ unter dem Aequator hält,

zwei kalte, jede zu $23\frac{1}{2}°$ Breite, und

zwei gemäßigte, von denen jede 43° breit ist.

Der Umfang der Zonen auf den Polarseiten ist leicht zu berechnen. Die Länge der dem Aequator parallelen, gegen die Pole hin abnehmenden, Grade sind ebenfalls nicht schwer zu bestimmen.

ad b. Nach der verschiedenen Tageslänge unter den verschiedenen Breiten hat man jede Halbkugel der Erde vom

Aequator bis zum Polarkreis in 24 Zonen getheilt, an deren Grenzen vom Aequator nach den Polen zu gerechnet der längste Tag (und folglich auch die längste Nacht) immer um eine halbe Stunde wächst; und von dem Polarkreise bis zum Pole ist die Oberfläche eines jeden Segmentes wieder in 6 Zonen zerlegt, an deren Grenzen der Unterschied der Beleuchtungszeit einen ganzen Monat beträgt.

Zus. Die Klimata der einen Hemisphäre sind denen der andern der Reihe nach gleich. Sie nehmen in jeder Halbkugel vom Aequator nach dem Polarkreise ab, von diesem aber nach den Polen zu.

Die langen Polarnächte (welche sechs Monate dauern sollen) werden durch die Dämmerung (p. 232) abgekürzt. Die eigentliche Abwesenheit des Sonnenlichtes unter dem Nordpol dauert nur vom 12. November bis 29. Januar (statt vom 23. September bis 21. März), die am Südpol vom 12. Mai bis 1. August (statt vom 21. März bis 23. September).

ad II. Die Eintheilung der vernünftigen Erdbewohner ist genommen:

a) von den Schatten, den sie von der Mittagssonne beschienen werfen, und

b) von der Stellung, die sie gegen einander haben.

ad a. Nach dem Schatten hat schon Posidonios (135 v. Chr.) die Erdbewohner eingetheilt.

An den beiden Tagen im Jahre, an welchen die Sonne den Bewohnern der heißen Zone im Zenith steht, werfen diese keinen Schatten, und heißen daher Schattenlose (ascii); an den übrigen Tagen des Jahres steht ihnen die Sonne Mittags entweder im Norden oder im Süden, und da dann

ihr Schatten nach Süden oder Norden fällt, so heißen sie auch Zweischattige (amphiscii).

Wenn die Sonne in den Polarländern nicht untergeht, so umkreist sie meist niedrig am Horizont die Bewohner dieser Orte, so daß diese innerhalb der Dauer eines Tages ihren Schatten ringsum nach allen Weltgegenden werfen, und daher Ringsumschattige (periscii) genannt werden.

Die Bewohner der nördlich gemäßigten Zone sehen die Mittagssonne stets im Süden, und haben nur nach Norden gerichtete Schatten; die Bewohner der südlich gemäßigten Zone dagegen sehen die Mittagssonne stets im Norden, und haben nur nach Süden gerichtete Schatten; deßhalb heißen die Bewohner der beiden gemäßigten Zonen Einschattige (heteroscii).

ad b. Es finden sich Erzählungen und Andeutungen, welche klar zeigen, daß einige Gelehrte in den frühesten Zeiten die Bewohner der Erde nach ihren gegenseitigen Stellungen eingetheilt haben, und zwar:

in Nebenbewohner (periöci),
in Gegenbewohner (antöci), und
in Gegenfüßler (antipodes).

Nebenbewohner heißen diejenigen, welche beide in derselben Halbkugel und unter derselben Breite, aber hinsichts der Länge um 180° von einander entfernt sind.

Nebenbewohner haben gleiche Jahres- aber entgegengesetzte Tageszeiten.

Gegenbewohner sind auf demselben Meridian, haben also gleiche Länge; stehen aber um das Doppelte der Breite des einen Punktes in den entgegengesetzten Halbkugeln von einander ab.

Sie haben gleiche Tages- aber entgegengesetzte Jahreszeiten.

Gegenfüßler wohnen einander diametral gegenüber, und haben bei gleich großer, aber ungleichnamiger Breite, einen Unterschied von 180° in der Länge.

Die Antipoden haben entgegengesetzte Tages- und Jahreszeiten.

Bald soll Pythagoras, bald Plato zuerst den Namen Gegenfüßler (*αντίποδες*) gebraucht haben. Nach Lappenberg in Hamburg hat der Benediktiner Beda (venerabilis, geb. 672, gest. 735) die Kugelgestalt, und ohne Zweifel überall hin Bewohnbarkeit der Erde, also die Möglichkeit der Gegenfüßler angenommen. Auffallend muß erscheinen, daß Zacharias (von 741 bis 752 Pabst) den Benediktiner und gelehrten Bischof Virgilius in Salzburg deßhalb mit Strafe belegte, weil er das Dasein von Antipoden lehrte.

II. Kapitel.

Größe der Erde, der Sonne und des Mondes.

I. Artikel. Größe und Darstellung der Erde.

§. 1. Größe der Erde.

Berge und Meere... machen es unmöglich, auf einem größten Kreis auf der Erde immer bleibend fortzugehen, und so den Umfang ($=2r\pi$) des von uns bewohnten Körpers direkte zu messen: und es ist wirklich willkommen ein Mittel, durch welches wir indirekt über den körperlichen Inhalt ($=4r^3\pi:3$), über die Oberfläche ($=4r^2\pi$).... belehrt werden.

Nun indirekt findet man auf folgende Weise die Länge eines als Kreis angenommenen Erdmeridians:

1) Man mißt [104]) die Länge ($=l$) eines Stückes eines Meridians, d. i. eines Meridianbogens, und sucht [105]) die Zahl ($=n$) der Grade dieses Bogens;

2) es ist aber bekannt, daß die Zahl ($=n$) eines Kreisbogens zu der Zahl von allen Graden des Kreises ($=360^\circ$) sich verhalte, wie die Länge des Bogens ($=l$) zur Peripherie des Kreises ($=2r\pi$); so hat man $n:360=l:2r\pi$.

Nimmt man nun zum Voraus an, daß die einem Grad des Erdkreises entsprechende Länge 15 geographische (erst noch nach bekannten Maaßen zu bestimmende) Meilen geben soll, so erhält man durch Substitution $1:15=360:2r\pi$; d. h.

der Umfang der Erde $=2r\pi=5400$ geogr. Meilen, und daraus

der Radius der Erde $=r=859{\cdot}5$,

der Durchmesser der Erde $=d=1719$,

die Oberfläche der Erde $=4r^2\pi=9283200$ □ M.,

der körperl. Inhalt der Erde $\frac{4r^3\pi}{3}=2659665000$ C. M.

---

[104]) Um die Länge zu finden, kann man unter andern Methoden die von dem Holländer Snellius (1615) angegebenen Dreieckverbindungen vortheilhaft benützen.

[105]) Man denke sich, in Fig. 74 seien ein Meridian am Himmel, und ein Meridian auf der Erde durch die zwei concentrischen Kreise dargestellt. Hat man auf dem Erdmeridian in A und B die Polzenithdistanzen DN und EN genau gefunden, so ist die Zahl der Grade von $DE=DN-EN$ $=n=$ der Zahl der Grade für den Bogen AB im Erdmeridian.

Zus. Nach der Ausmittelung des Erdradius = r = 859·5 Ml. können die Längen der Grade unter allen verschiedenen Breiten trigonometrisch berechnet werden.

§. 2. Darstellungen der Erde.

Die Erde wird auf mancherlei Weisen künstlich dargestellt; aber vorzüglich

I. entweder durch Bildung von Globen, oder

II. durch Zeichnungen in Flächen.

ad I.

1) Das vollkommenste Bild der Erde in Bezug auf mathematische Form würde sein ein Reliefglobus, welcher die Berge als Erhabenheiten in demselben verjüngten Maßstabe, wie die horizontalen Dimensionen gäbe. In dieser Darstellungsart müssen aber selbst bei einem bedeutenden Durchmesser des Globus, sogar die größern Berge noch unscheinbar bleiben, und die kleineren können nicht mehr empor gehoben werden. Man hat daher nur selten Reliefgloben gefertiget, und in den dargestellten ist für die Höhen ein anderer Maßstab (oft ein 10 bis 20 fach größerer), als für die horizontalen Dimensionen gewählt, wodurch natürlich die mathematische richtige Ansicht des Ganzen nimmer vorhanden ist.

In einer ganz guten Darstellung soll der Durchmesser des Bildes ein proportionirter Theil des Originals sein. Wer macht aber diese!

2) Gewöhnlich hat man bloße ebene Kugeln, und auf diesen die Berge und Thäler rc. gezeichnet.

Durch diese Vernachläßigung ist der Fehler nicht groß, da in einer Kugel mit dem Durchmesser von 2 Fuß eine Höhe von einer

geographischen Meile erst $\frac{1}{6}$ Linie, eine Höhe von 1000 Fuß nur $\frac{1}{70}$ Linie emporragen dürfte.

ad II.

Den Erdbildern auf ebenen Kugeln stehen weit nach die Zeichnungen auf Flächen.

Auf einer Kugel ist es möglich, die Grade der Länge und Breite in ihrem richtigen Verhältnisse aufzutragen, und so ein ziemlich getreues Bild der Länder zu geben; auf einer Fläche kann man aber eigentlich nur die Projektion der Erd-Oberfläche geben. Man denkt sich in irgend einem Punkt der Erdfläche eine tangirende Ebene, und das Auge des Beschauers in irgend einen Punkt außerhalb oder innerhalb der Kugel, zieht sodann Linien vom Auge zu den darstellenden Punkten der Erdoberfläche, und verlängert sie bis zu jener Ebene, und so erhält man auf ihr die Projektion des darzustellenden Punktes.

Je nachdem man das Auge an bestimmte Punkte setzt, hat man:

a) orthographische,

b) stereographische, { α) stereographische im engern Sinne, β) centrale Projektionen,

und in jeder dieser kann die Projektions-Ebene einen beliebig gewählten Punkt der Erdoberfläche berühren, in allen aber wird die den Berührungspunkt treffende Gesichtslinie normal auf diese Ebene angenommen.

Am gewöhnlichsten wählt man einen Pol oder einen Punkt des Aequators als Berührungspunkt, und unterscheidet hiernach weiter:

1) Polar- von
2) Aequatorial-Projektionen.

ad a. Orthographische Projektion.

1) Die orthographische Polar=Projektion setzt das Auge in einen unendlich entfernten Punkt der verlängerten Erdachse, so daß alle Gesichtslinien normal auf die Ebene fallen. Es erscheinen also alle außerhalb des Poles gelegenen Punkte verkürzt, und bei der Darstellung einer Hemisphäre zeigt das Bild nur die Hälfte der Hemisphäre.

2) Die orthographische Aequatorial=Projektion setzt das Auge in einem verlängerten Durchmesser des Aequators in unendliche Entfernung, und legt die tangirende Ebene durch den Endpunkt dieses Durchmessers.

Der Mond, der uns immer fast dieselbe Seite zuwendet, erscheint sehr nahe in dieser Projektion, und man hat deßhalb diese Projektion gewöhnlich bei Mondkarten angewandt.

ad b. Stereographische Projektion.

α) Sterographische Projektion im engern Sinne.

Diese Projektion setzt das Auge in die Antipode des Berührungspunktes der Projektions=Ebene, so daß die Gesichtswinkel Peripherie=Winkel werden.

1) Bei der stereographischen Polar=Projektion befindet sich das Auge im entgegengesetzten Pol der als hohl oder durchsichtig gedachten Kugel. Sie ist der vorigen in dem entgegengesetzt, daß die vom Mittelpunkt entfernten Theile erweitert erscheinen, übrigens aber ihre Figur beinahe durchgängig beibehalten. Die Meridiane bilden sich in geraden Linien.

2) Die stereographische Aequatorial=Projektion, oder die für Planigloben am häufigsten angewendete setzt das Auge in einen Punkt des Aequators, der 180° in Länge vom Berührungspunkt entfernt ist. Die Parallelen und die Meridiane erscheinen in dieser als krumme Linien.

β) Die centrale Projektion läßt das Auge in dem Mittelpunkte der Kugel sein, wobei die Projektions-Ebene jeden beliebigen Punkt der Erdoberfläche berühren kann. Sie wird gewöhnlich nur bei Darstellung sehr kleiner Flächen angewendet. Eine Halbkugel würde, wie leicht zu ersehen, auf diese Weise gar nicht mehr verzeichnet werden können. Große Flächen würden sich in einer sehr unverhältnißmäßigen Erweiterung bei den vom Mittelpunkte entfernten Theilen zeigen.

Seekarten werden gewöhnlich in der Merkator'schen Projektion dargestellt. In diesen Karten convergiren die Meridiane nicht gegen die Pole, sondern sie erscheinen sämmtlich als gerade und einander parallellaufende Linien (loxodromische Linien).

II. Artikel. Größe und Entfernung der Sonne und des Mondes.

1) „Und Gott machte zwei große Lichter; das eine größere Licht, daß es vorstehe dem Tag; das andere kleinere, damit es vorstehe der Nacht."

Diese zwei großen Lichter, Sonne und Mond, sind durch ihr längst bekanntes Wirken auf die Erde mächtig genug, jeden denkenden Beschauer aus unserer Sphäre zu den Fragen zu bringen:

in welcher Entfernung von der Erde sind diese Körper? und welche Dimensionen mögen sie haben?

Der Sonne Auf- und Niedergang gibt dem Menschen den Wechsel der Tage und Nächte, der Arbeit und der Ruhe. Der Sonne Steigen und Sinken von einem Wendekreis zum andern bringt ihm den Wechsel der Jahreszeiten, den Wechsel der Saaten und der Erndten. Hoffend erwartet der Bewohner der kalten Zone, daß die sinkende Sonne sich wieder zu erheben beginne, den starrenden

Frost des Winters verscheuche, und mit neuer Wärme neues Leben auf seinen Wohnplatz verbreite; hoffend erwartet dagegen der Bürger im heißen Gürtel, daß die steigende Sonne sich wieder abwärts wende, damit der Tod verbrannter Fluren endige, und mit erfrischender Kühle der Regen träufle, und die befruchtenden Ströme wieder wasserreicher zu fließen beginnen.

Nach den Phasen des Mondes ordnet der Landmann seine Arbeit auf den Feldern, und erwartet bei der Wechselerscheinung des Trabanten der Erde nach schreckenden Regentagen von der Sonne zum Gedeihen seiner Saaten nöthiges Licht und pflegende Wärme. — Der Seefahrer hofft mit der Aenderung der Mondsstellung einen günstigen Zug des Windes zu erhalten, und berechnet nach der Lage dieses Körpers den für ihn wichtigen Beginn der Ebbe und Fluth. — Selbst dem, der das, was an dem Menschen von Erdbestandtheilen besteht, im Wohlsein zu erhalten hat, ist die Stellung des Mondes wichtig. Ja nur zu oft überzeugt sich der Arzt, daß der Zustand vieler in seine Sorge genommener Leidender mit der Lage unsers Trabanten sich ändere.

2) Um die wahre Größe eines nicht ergreifbaren Gegenstandes angeben zu können, muß von diesem bekannt sein die Entfernung und die scheinbare Größe. Die Entfernung eines Himmelskörpers berechnet man, wenn die Horizontal-Parallaxe gegeben ist, durch eine einfache geometrische Proportion.

Unter Parallaxe hat man sich zu denken den Unterschied der Orte, an welchen ein Gegenstand erscheint, wenn derselbe aus verschiedenen Standpunkten angesehen und auf eine Hinterfläche niedergelegt gedacht wird. Wenn z. B. S in Fig. 75 ein Gegenstand ist, welcher in A und B ange-

sehen wird, und in A′ und B′ niedergelegt erscheint, so ist A′B′ oder A′SB′ = ASB die Parallare.

Unter astronomischer Parallare versteht man die Distanz der Punkte am Himmel, an denen ein Stern erscheint, wenn er einmal aus einem Punkte der Erdoberfläche wirklich angesehen, und zugleich aus dem Centrum der Erde angesehen gedacht wird. Wird ein Himmelskörper in dem Augenblicke von der Oberfläche und von dem Mittelpunkte der Erde beobachtet, in welchem er im Horizont beim Auf- und Untergang sich zeigt, so heißt die Parallare die Horizontalparallare.

Es ist klar, daß die Parallare um so kleiner erscheint, je größer die Entfernung des Himmelskörpers ist. Da bei den meisten Fixsternen die Parallare fast unbestimmbar klein erscheint, so sagt man (p. 337) ihre Entfernungen sind unermeßlich groß.

§. 1. Entfernung und Größe der Sonne.

I. Von der Entfernung der Sonne.

Zur Bestimmung der Horizontal-Sonnen-Parallare wurden nach einem Vorschlag von Halley die Durchgänge der Venus durch die Sonnenscheibe, welche sich am 6. Juni 1761 und 3. Juni 1769 zuletzt ereigneten, benützt; und sie wurde berechnet zu 8·57116 Sekunden.

In jedem Jahrtausend treffen 16 Venusdurchgänge durch die Sonnenscheibe. Die nächsten sind:

8. Decbr. 1874, 7. Juni 2004, 10. Decbr. 2117,

6. Decbr. 1882, 5. Juni 2012, 8. Decbr. 2125.

Die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde beträgt 20682440 geographische Meilen. [105])

II. Von den Dimensionen der Sonne.

Der scheinbare mittlere Durchmesser der Sonne ist = 32′0·88″. Man findet daher [107])

den wahren Durchmesser der Sonne = 112·05 Erddurchmessern oder 192608 geogr. Meilen,

den Umfang = 605099 Meilen,

die Oberfläche der Sonnenkugel = 123720417118·8 □M. oder 12544 Erdkugeloberflächen,

den Kubikinhalt der Sonnenkugel größer als 1404900 Erdkugeln. [108])

Von dem Volumen der Sonne, welches später etwas anders erscheint, muß die Masse unterschieden werden.

§. 2. Entfernung und Größe des Mondes.

I. Von der Entfernung des Mondes.

Die Parallaxe des Mondes beträgt nach der neuesten Ermittlung 57′2·2″; und die mittelbare Entfernung macht über 51800 geographische Meilen.

---

[106]) Man hat Fig. 75 offenbar $CS : CA = 1 : \sin\alpha$, und substituirt $CS : 859·5 = 1 : \sin 8·57''$.

[107]) In Fig. 76 hat man $AC : CT = \mathrm{tg}\,ATC : 1$, und substituirt $x : 20682440 = \mathrm{tg}\,16'0·44''4 : 1$.

[108]) Bekannt sind die Verhältnisse der Kugel-Oberflächen (Spf und spf) und Kubikinhalte (Sph und sph), $Spf : spf = D^2 : d^2$; und $Sph : sph = D^3 : d^3$.

II. Von den Dimensionen des Mondes.

Der scheinbare Halbmesser hat 15′31·69″. Hieraus ergibt sich:

der wahre Halbmesser = 234 geogr. Meilen,
die Oberfläche = 688635 □ M., und
der körperliche Inhalt = 53735000 C. M. Es ist also
der Flächeninhalt der Erde 13·7 mal } größer als der des
der Kubikinhalt der Erde 49·6 mal } Mondes.

Der Mond erscheint deßhalb beinahe so groß als die Sonne, weil beide zu verschieden von uns entfernt sind (p. 253). In der That übertrifft das Volumen der Sonne das des Mondes so sehr, daß, wenn die Erde im Mittelpunkt der Sonne wäre, der Mond innerhalb der Sonnenkugel fast in seiner doppelten Entfernung um die Erde kreisen könnte.

Zweite Betrachtung.

Bewegungen der Erde und Erscheinungen aus diesen.

I. Kapitel.

Bewegungen der Erde und Sonnensystem.

I. Artikel. Doppelte Bewegung der Erde.

1) Wer schon manchmal auf sanft fortschreitenden Wellen mittelst eines Schiffes zwischen den Ufern eines Flusses getragen wurde, oder wer schon öfters mittelst eines Wagens, bei dessen Bewegen die Last weder ein Schwingen, noch erschütterndes Stoßen erleiden muß, auf einer Alleenstraße fuhr, der wird überzeugt sein, daß uns Erdbewohnern Täuschungen entstehen können, nach welchen wir meinen möchten, es gehen

an uns Bäume und Häuser vorüber; indem wir solcher Weise uns in Ruhe wähnen, während in der That wir in jedem Augenblicke unsern Ort verlassen: und aus eben diesem ist es leicht, anzunehmen, daß die Erscheinungen, welche die vor unserm Gesichte vorüberziehenden Himmelskörper zeigen, Folgen sein können

1) von der wahren Bewegung der Himmelskörper beim Stillstand der Erde, und ebensowohl

2) von der Bewegung der Erde zwischen den in Ruhe stehenden Sternen.

Eine nicht bloß oberflächliche, eine auf Gründe gestützte Betrachtung vermag aber den Denkenden außer allen Zweifel zu setzen.

2) Die Beobachter der räthselreichen Natur, welche die Bewegung der Himmelskörper nicht ohne Interesse ansehen können, nennen die Bewegung von Westen nach Osten direkte oder rechtläufige, und die von Osten nach Westen retrograde oder rückläufige. Sie vermögen mit Beweisen anzugeben, welche Bewegung der Himmelskörper die wahre ist.

Es ist nicht nöthig, daß die täglichen und jährlichen Erscheinungen aus den scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper noch einmal hier angeführt und erklärt werden.

§. 1. Achsenbewegung oder rotirende Bewegung der Erde.

1) Die Erde bewegt sich um ihre Achse.

Dieser Satz ist außer allen begründeten Zweifel gesetzt:
durch Wahrscheinlichkeitsgründe [109]), und
durch eigentliche Beweise [110]).

---

109) Es ist unglaublich, daß so außerordentlich große Himmelskörper, wie die Sonne, die beinahe 1½ Millionen Erdkörpern

gleich kommt, sich um die kleine Erde bewegen, und daß durch diese sie in ihren Bewegungen bestimmt werden sollen; ja nach den Gesetzen der Gravitation ist dieses unmöglich.

Die zahllos vielen Sterne am Himmel, welche zwar in gleichen Entfernungen von uns entlegen erscheinen, sind (wie die Horizontalparallaxen angeben) verschieden weit von uns entfernt; z. B. der Mond ist, wie berechnet wurde (p. 369), über 51800, die Sonne bei 21000000, der nächste Fixstern aber über 4 Billionen Meilen von der Erde entfernt. Bei der täglichen Bewegung hätten diese Himmelskörper Kreise zu beschreiben, deren Radien die Entfernungen von der Erde sind, und die Geschwindigkeit wäre für den Mond = 3·7, für die Sonne 1527, für den nächsten Fixstern über 290000000 Meilen. — Diese Geschwindigkeit, welche der nächste Fixstern haben müßte, wenn er in jedem Zeitraum von einem Tag einen Umlauf um die Erde machen sollte, wird uns schon höchst sonderbar im Vergleich mit denen der Sonne und des Mondes. Die Schnelligkeit der entfernteren Sterne aber, für welche die Parallaxe fast unmeßbar klein ist, muß im angeregten Falle die Geschwindigkeit des Lichtes Millionenmal übertreffen, und wird somit unserm Denkvermögen unbegreiflich. Wenn dagegen die Erde eine Achsendrehung hat, so haben zwar auch nicht alle Punkte auf dieser gleiche Geschwindigkeit (offenbar bewegen sich die Punkte am Aequator am schnellsten, die Punkte in zum Erd-Gleicher parallelen Kreisen immer langsamer, je näher sie ihrem Pol liegen); aber selbst die größte Geschwindigkeit eines jeden Punktes des größten Kreises, also die größte bei der Rotation der

Erde, ist erst = 5400 : 24.60.60 = 1 : 16 Ml. d. i. = 1586·25 bayerische Fuß. Diese Geschwindigkeit übersteigt die des Schalles (= 1143′) nicht einmal um die Hälfte, und wird von der des Lichtes schon an 25000 mal übertroffen.

Wie höchst schwierig wäre nun ferner anzunehmen, daß die so verschieden entfernten Gestirne ihre so äußerst ungleich großen Bahnen (welche sich zu einander verhalten würden, wie die Distanzen von der Erde) in genau derselben Zeit durchkreisen sollen?

Bei der Annahme, daß der Himmel mit den zahllosen Sternen sich um die ruhende Erde wirklich der ersten Erscheinung entsprechend bewege, ist auch den Sternbahnen der nöthige Mittelpunkt der Bewegung genommen.

Die angeführten Bemerkungen berechtigen zu dem Schluß, daß die Bewegungen des Himmels um die Erde unwahrscheinlich, die Rotation unsers Planeten wahrscheinlich sei.

110) Die aus Wahrscheinlichkeitsgründen erhebbare Ueberzeugung von der Rotation der Erde, kann durch die nachstehenden Beweise zur vollkommenen Gewißheit gebracht werden.

Mittelst der Fernröhre ist leicht wahrzunehmen, daß mehrere wandelnde Sterne, welche an Größe unserer Erde beinahe gleichkommen oder sie übertreffen, abgeplattet erscheinen und sogenannte Flecken nach gemessenen, gleichen Zeiträumen zeigen, was nur durch ihre Achsenbewegung erklärt wird. Wie nun diese eine Achsenbewegung haben, so (wird durch Analogie geschlossen) hat auch die Erde eine Rotation.

Die Passatwinde, d. i. die immerwehenden Ostwinde zwischen den Wendekreisen (der Nordostwind in der nördlichen, und der Südostwind in der südlichen Erdhälfte) sind ein Beweis für die Rotation der Erde von Westen nach Osten; denn nur aus ihr und der Bewegung der ungleich warmen Luft in den Gegenden des Aequators und der Pole, wird diese vollkommen gut erklärt.

Wenn man Körper von bedeutenden Höhen herabfallen läßt, wie Benzenberg 1781 es von dem 456 Fuß hohen Michaelsthurm zu Hamburg mit vieler Aufmerksamkeit that, so fallen sie allezeit östlich von der senkrechten Falllinie zur Erde. Gesetzt, es sei die Erdkugel in Ruhe, so müßte ein von der Spitze eines hohen Thurmes kommender Körper senkrecht treffen, und würde beim ungehinderten Fall in das Innere der Erde, dem Mittelpunkt unsers Planeten zueilen, da die Richtung seiner Bewegung allein der Schwere zu folgen hätte. Hat aber die Erde eine Achsenbewegung, so kann ein von einer nennbaren Höhe herabfallender Körper nicht senkrecht fallen, weil die Richtung seiner Bewegung von zwei Kräften bestimmt wird (nämlich von der Schwere, welche ihn zum Mittelpunkt der Erde zieht, und von der die Erde um ihre Achse bewegenden Kraft, durch welche er wie die Erde und ihre Atmosphäre von Westen nach Osten zu gehen hat).

Eine ganz augenscheinliche Ueberzeugung von der Rotation unsers Himmelskörpers liefert die (durch die unter verschiedenen Breiten von 1735 bis 1744, und von 1792 bis 1798 genau vorgenommenen Gradmessungen) außer allen Zweifel

Der Zeittheil, innerhalb welchem die Erde sich einmal um ihre Achse bewegt, heißt **Tag**.

Arcus diurnus, nocturnus; Eintheilung oder Zerlegung des Tages in Stunden, Minuten, Sekunden; Tag des bürgerlichen Lebens.

Die Rotationszeit muß unterschieden werden von dem Sterntag.

2) Die Erde, die sich von Westen nach Osten um ihre Achse bewegt, ist an den Polen so abgeplattet [111]), daß sie

---

gesetzte Abplattung der Erde. Newton schloß: Wenn die Erde an ihren Polen abgeplattet ist, so hat sie eine Achsendrehung.

[111]) Wird ein Körper um eine Achse bewegt, so wird in allen seinen außer dieser Achse liegenden Theilen ein Bestreben sich zeigen, von dem Drehungspunkt zu fliehen.

Die Geologie gibt deutlich an (theils in den Lagerungsschichten der Gesteine, theils auch in den auf den höchsten Gebirgen sich vorfindenden Petrefakten), daß die Erde einmal in einem flüssigen, oder wenigstens weichen Zustande war.

Nicht sehr fest zusammenhängende Körpertheile folgen der Fliehkraft, wie vielmals nachgewiesen werden kann; also... Die eigentliche Ermittlung der Abplattung oder Nichtabplattung — die Ermittlung zwischen der Ungleichheit oder Gleichheit der die Erdpole verbindenden Achse und des Durchmessers des Gleichers — geschieht, außer der Grad-

nicht die Form einer Kugel, sondern die eines Sphäroids hat, in welchem Körper die kleine (die die Pole verbindende) Achse ($= b$) sich zur großen ($= a$) verhält, wie 1713 : 1719 = 301·02 : 302·02.

Einige Gelehrte sind der Meinung, daß schon Archytas (404 v. Ch.), Philolaos (450 v. Ch.), Pythagoras die Rotation der Erde gelehrt haben; nach Ideler soll Plato schon an die jetzt bewiesene Achsendrehung gedacht haben. Von Seneca (Quaest. nat. 3, 28) wissen wir, daß diese Streitfrage sehr alt sei: ob, indem die Erde stille stehe, die Welt sich drehe, oder ob diese ruhe, während jene in Bewegung sei.

1. Zus. Der Körperinhalt der Erde ist daher (aus $1719 . 1713^2 . 3·1416 : 6$) = 2641132810·8 Kubikmeilen. Die Oberfläche des Ellipsoides ist von der Kugeloberfläche um 21 oder 43 Tausend Quadratmeilen verschieden. Vgl. p. 362 und 369, wo nach der Kugelform gerechnet ist.

2. Zus. Nachdem die eigentliche Form der Erde bekannt ist, so kann auch die wahre Länge der Grade aus den Meridianen und aus den zum Aequator möglichen Parallelkreisen angegeben werden; sie sind in nebenstehender Tafel enthalten, in welche Berghaus zugleich den Unterschied aufgenommen hat, der in der Größe der Grade zwischen der Kugel und dem Ellipsoid stattfindet:

---

messung, durch die Untersuchung der Schwere mittelst des Pendels (p. 121) an Punkten beim Aequator und bei den Polen.

Breite	Länge der Meridiangrade	Differenz gegen die Kugel	Länge der Parallelgrade	Differenz gegen die Kugel	Umfang der Parallelkreise
	d. Meilen.	d. Meilen.	d. Meilen.	d. Meilen	d. Meilen.
1°	14·896	—0·104	15·000	0·000	5400·00
5	14·897	0·103	14·943	0·001	5379·84
10	14·901	0·099	14·773	0·002	5318·28
15	14·907	0.093	14·492	0·004	5217·12
20	14·914	0·086	14·101	0·006	5076·36
25	14·924	0·076	13·603	0·009	4807·08
30	14·935	0·065	13·002	0·012	4680·72
35	14·947	0·053	12·301	0·014	4428·36
40	14·960	0·040	11·507	0·016	4142·52
45	14·974	0·026	10·625	0·018	3825·00
50	14·987	0·013	9·661	0·019	3477·96
55	15·000	0·	8·623	0·019	3104·28
60	15·013	+0·013	7·519	0·019	2706·84
65	15·024	0·024	6·357	0·018	2288·52
70	15·034	0·034	5·146	0·016	1852·56
75	15·041	0·041	3·895	0·013	1402·20
80	15·047	0·047	2·613	0·008	940·68
85	15·051	0·051	1·312	0·005	472·32
90	15·052	0·052	0·000	0·000	0·

Bei unsern künstlichen Globen kann auf die Abplattung nicht leicht Rücksicht genommen werden; indem sie bei einer Kugel von einem Fuß Durchmesser kaum den dritten Theil einer Linie betragen würde.

§. 2. Fortschreitende Bewegung der Erde.

1) Die Erde bewegt sich in einem Jahr um die Sonne.

Wenn wir einige Tage nacheinander mit Aufmerksamkeit die aufgehenden Sterne betrachten, so sehen wir bald, daß der Ort der Sonne von Westen nach Osten täglich ungefähr um zwei Sonnendurchmesser verlegt ist, so daß die Sonne in dieser Richtung fortzugehen scheint, um nach beinahe 365 Tagen (nämlich in 365·24225 Tagen) bei denselben Sternen am Himmel wieder anzukommen.

Diese Erscheinung kann eine oberflächliche Betrachtung als Folge einer Bewegung der Sonne um die an ihrem Ort bleibende Erde erklären; aber eine Betrachtung mit Ueberlegung findet für die Bewegung der Erde um die Sonne nicht nur einen Wahrscheinlichkeitsgrund [112]), sondern auch eigentliche Beweise [113]).

---

[112]) Dem, der weiß, daß das Volumen der Sonnenkugel das der abgeplatteten Erde 1409725 mal in sich nehmen kann, der folgert: Es ist wahrscheinlicher, daß das kleine Sphäroid sich um die fast 1500000 mal größere Kugel bewege, als daß v. v.

Bei dieser Bewegung beträgt die mittlere Geschwindigkeit der Erde, wenn sie in 365·24225 Tagen die Bahn von 20682440.2.3·1416 Meilen macht, 4 118 Meilen, und wird somit von der Geschwindigkeit des Lichtes noch mehr als um das 10126 fache übertroffen.

[113]) Die eigentlichen Beweise für die fortschreitende Bewegung der Erde um die Sonne sind astronomischen Beobachtungen entnommen, und zwar:

a) Beobachtungen an den Fixsternen, und
b) „ „ einigen Planeten.

ad a. Beweis aus der Aberration des Lichtes nach James Bradley, Astronom in Greenwich, 1692—1762.

Man versteht unter Aberration des Lichtes die im Laufe des Jahres sich zeigende scheinbare Ortsveränderung der Gestirne. Sie läßt sich vollkommen erklären, wenn man annimmt, daß die Erde eine fortschreitende Bewegung habe, bei welcher dann ihre Geschwindigkeit zu der des Lichtes sich verhält, wie 1 zu 10126.

Es sei Fig. 77. S die Sonne, ABED die Bahn der Erde, und S' ein Fixstern in der Ebene unserer Bahn. Die Lichtlinien von S', nämlich AS', BS'', DS''' und ES'' müssen, weil der Erdedurchmesser in Bezug auf die Entfernung des Fixsterns sehr klein ist, einander parallel angenommen werden. Geht die Erde von A nach B, so geht sie anfangs in der Richtung des Lichtstrahls AS', von welcher sie aber immer mehr abweicht, je näher sie dem B kommt; und in B ist ihre Richtung senkrecht auf der des Strahles aus S' oder aus S''. Von B nach D gehend sucht die Erde immer mehr und mehr in einer Richtung sich zu bewegen, welche der des Strahles parallel wird, und in D angekommen, hat sie diese Richtung wirklich erreicht. Diese behält sie beim Fortschreiten nach E nicht, sondern sie geht so fort, daß ihre Richtung, wenn sie in E angelangt ist, wieder auf den Strahl von S' senkrecht kommt. Von E nach A weiterschreitend, verhält sie sich wie von B nach D. Die Folge hievon kann nur die sein: In A und D wird man den

Stern sehen, wie wenn die Erde in diesen Punkten still, stände (weder links noch rechts); in B wird der Strom links von der Stelle, wo man ihn aus A sah, und in E rechts von selber gerückt erscheinen. Bei einer Erinnerung an das Kräftenparallelogramm läßt sich die Erscheinung leicht erklären. Da die Aberration des Lichtes stets nach der Seite hinlenkt, nach welcher die Erde sich bewegt, so muß sie in A und D unendlich klein, in B am größten, entgegengesetzt aber gleich sein.

Die jährliche Entfernung der Fixsterne vom wahren Orte beträgt nach jeder Seite hin $\alpha = 20{\cdot}25''$. Diese ist aber gerade der Weg, den die Erde auf ihrer Bahn in 8′13·2′ Zeit macht, in welcher Zeit das Licht von der Sonne zu uns kommt; denn

$\alpha^{\circ} : 360^{\circ} = 493 : 368{\cdot}24225.24$ oder $\alpha : 15 = 493 : 365{\cdot}24225.$

ad b. Die Bewegung der Erde um die Sonne läßt sich beweisen aus Erscheinungen, die man an den Planeten sehen kann, und zwar nicht blos

α) an den untern — an dem Merkur und der Venus —, welche durch ihre an der Sonnenscheibe bemerkbaren Vorübergänge sich der Sonne näher als die Erde anzeigen, und eine obere und untere Conjunktion möglich haben, sondern auch

β) an den obern, welche sich uns in Conjunktion und Opposition zeigen können.

ad α. Eine aufmerksame Beobachtung eines der obern Planeten erkennt drei verschiedene, auffallende Erscheinungen, welche innerhalb eines bestimmten Zeitraumes theils

dem natürlichen Auge, theils dem durch Fernröhre bewaffneten erkennbar werden.

Die drei gedachten Phänomene sind:

I. die Entfernung von der Sonne am Himmelsgewölbe,

II. die Lichtgestalten, und

III. die scheinbare Größe,

welche nur an der Venus, die nie über 48° von der Sonne geht, — nicht vom Merkur, der der Sonne auf 22·5 Grad ausweichen kann — einer weitern Erörterung unterworfen werden.

I. Wenn man die Venus zum erstenmal als Abendstern bald nach Sonnenuntergang am westlichen Himmelsgewölbe bemerkt, und sie von da an einige Tage ununterbrochen beobachtet, so bemerkt man an den folgenden Abenden, wenn die Sonne dem Horizont entschwunden ist, daß sie immer weiter bei den östlichen Sternen zu stehen trachtet, und somit immer länger an den Abenden sichtbar zu sein verlangt. Wenn sie wirklich ihren größtmöglichen östlichen Abstand von der Sonne erreicht hat, so macht sie den in mehr als sechs Monaten zurückgelegten Weg scheinbar in entgegengesetzter Richtung, und zwar in drei Monaten. Retrograd der Sonne sich nähernd, entschwindet sie täglich früher nach Sonnenuntergang dem Horizont. Bei der Sonne in diesem Lauf angelangt, ist sie der Erde dunkel, bis wir sie als Morgenstern vor dem Aufgang der Sonne bemerken. Ungefähr drei Monate lang kommt sie im Laufe zu den westlichen Sternen täglich früher vor der aufgehenden Sonne in unsren Gesichtskreis. Als Lucifer kehrt sie nach Erreichung der

größten westlichen Ausweichung wieder rechtläufig zur Sonne zurück, bei welcher dieser Planet eine Zeitlang unsichtbar wird, um dann wieder als Abendstern auftretend, den beschriebenen Lauf von neuem zu machen.

II. Gute Fernröhren zeigen die Venus beim ersten Erscheinen als Abendstern in der Form einer voll erleuchteten Scheibe, dann in ihrer größten östlichen Ausweichung als erleuchteten Halbkreis, und endlich bei ihrem nun erfolgenden Zurückgang zur Sonne in immer schmäler werdender Sichelform.

Mittelst derselben Instrumente sieht man, daß die Sichelform der Venus, wenn sie als Morgenstern erscheint, gewendet ist, und nach und nach zum Halbkreis und zur vollen Scheibe wieder wächst.

III. In scharfen Telescopen sieht man deutlich die scheinbaren Radien des in Rede stehenden Planeten regelmäßig bei den wiederkehrenden Bewegungen zu- und abnehmen.

Diese dreifache Veränderung der Venus, — die des Standortes, die der Lichtform und die der scheinbaren Größe — überzeugen uns, daß die Kallistos sich um die Sonne bewege, und wir dürfen mit Recht schließen: die der Venus an Größe nicht viel vorangehende Erde bewegt sich ebenfalls um die Sonne.

Will man zwar zugeben, daß Venus und Merkur und mehrere andere Himmelskörper sich um die Sonne bewegen, aber zugleich auf dem bestehen, daß ein Schluß durch Analogie noch nicht beweist, so kann zuletzt aller Zweifel dem Schauenden genommen werden durch die einfache Erklärung

1. Zus. Die Ebene der scheinbaren Sonnenbahn (p. 344) ist genau in der Ebene der wahren Erdbahn. Da sich die Ekliptik (d. i. die Ebene der Erdbahn) und der Himmelsäquator unter einem Winkel von 23° 27′ 32″ schneiden. und da der Erdäquator in der Ebene des Himmelsäquators liegt (p. 355), so muß auch der Erdäquator gegen die Erdbahn unter 23° 27′ 32″ geneigt sein *), und die Erdachse kann auf der Erdbahn nicht senkrecht stehen, sondern macht mit ihr einen Winkel = 66° 32′ 28″.

2. Zus. Aus astronomischen Beobachtungen wurde schon frühzeitig **) erkannt, daß der Aequator und die Ekliptik sich nicht unveränderlich in demselben Punkte durchschneiden, daß vielmehr der Aequator auf der Ekliptik von Osten nach We-

---

der noch zu berücksichtigenden Ungleichheit (p. 381) der Entfernung (Digression) bis zur größten Ausweichung und der Zurückkehr zur Sonne.

ad β. Die auffallenden Phänomene, und die scheinbaren Unregelmäßigkeiten im Laufe der obern Planeten, nämlich ihre recht- und rückläufigen Bewegungen und ihre Stillstände ꝛc. erklären und beweisen, daß sie und die Erde sich um die Sonne bewegen.

*) Dieser Winkel ist veränderlich, und zwar nach La Place in der Gränze von 6° 20′, zu welcher mehrere tausend Jahre nöthig sind; er soll abwärts den Werth von 21° erreichen können.

**) Die Präcession der Aequinoktialpunkte wurde schon von Hipparch 130 v. Ch., und von Claudius Ptolemäus 141 v. Ch. beobachtet.

sten der Präcession zufolge vorrückt, und zwar jährlich um 50‴2, somit in 71·8 Jahren um 1°, und in beinahe 26000 Jahren (oder in einem sogenannten platonischen Jahre) um 360°. Deßhalb sind Sternbilder und die gleichnamigen Zeichen von einander zu unterscheiden.

Aus dem Vorrücken der Nachtgleichen folgt, daß die Erde kürzere Zeit brauche, um wieder zur Nachtgleiche, als um wieder zu demselben Firsterne zurückzukommen, oder es folgt aus der Bewegung der Erdachse um die Pole der Ekliptik, daß das tropische Jahr kürzer (gegenwärtig um 20′22·9″) sei, als das siderische oder das wahre Jahr, welches 365 Tage, 6 Stunden, 9 Minuten und 10·7496 Sekunden Zeit in sich faßt.

3. Zus. Die Erdpole bewegen sich bei der Präcession auch nicht in einem Kreise, sondern in einer Ellipse, von welcher der Umfang in 18·66 Jahren zurückgelegt würde, welche ihren Mittelpunkt in dem Umfang des durch die Präcession durchlaufbaren Kreises hat. Diese Bewegung wird Nutation *) (Wanken der Achse) genannt.

Bei der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne haben alle Theile unsers Planeten — die bei den Polen, wie die in der Nähe des Aequators — in demselben Momente gleiche Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit ist aber nicht in allen Zeittheilen des Jahres, oder nicht in allen Punkten auf der Bahn gleich: am größten ist diese, wenn die Sonne in dem untern (negativen) Wendepunkt (Wintersolstitialpunkt), am kleinsten, wenn sie im obern (positiven) Wendepunkt (Sommersolstitialpunkt) erscheint; erscheint die Sonne in den Punkten, in denen sich Aequator und Ekliptik

*) Die Erkennbarkeit der Nutation hat zuerst der engl. Astronom Bradley bekannt gemacht.

schneiden (im Aequinoctialpunkte), so sind die Geschwindigkeiten einander gleich.

2) Die Erdbahn ist (nach Keplers erstem Gesetz) eine Ellipse[114]), in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet.

Der Punkt in der Erdbahn, in welchem die Erde der Sonne am nächsten ist, heißt Perihelium (Sonnennähe), und der, in welchem sie von ihr am entferntesten ist, Aphelium (Sonnenferne).

Das Perihelium rückt in 58 Jahren um einen Tag, folglich jährlich um 61·47″ in der Ekliptik vorwärts, und kommt somit nach 21000 Jahren wieder auf denselben Tag; das anomalische Jahr ist deshalb länger als das siderische.

Die für die Astronomie höchst wichtigen Kepler'schen Gesetze lauten:

I. Die Planeten bewegen sich in Ellipsen, in deren einem Brennpunkte sich die Sonne befindet.

Zus. Den Planetenbewohnern *) muß die Sonne auf ihrer Bahn vom Aphelium zum Perihelium scheinbar wachsen, und v. v.

II. Die Radienvectoren beschreiben in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume, oder die Ra-

---

[114]) Die Entfernungen der Erde von der Sonne genau berechnet, entsprechen immer der Formel, welche die Gleichung für den Leitstrahl der Ellipse gibt, d. h.

$$v = \frac{0·5p}{1 - f\cos\varphi};\ v' = \frac{0·5p}{1 - f\cos\varphi'};\ v'' = \frac{0·5p}{1 - f\cos\varphi''} \ldots$$

*) Im Sommersolstitium ist uns der scheinbare Durchmesser der Sonne gleich 31′29·2″, im Wintersolstitium aber gleich 32′33·7″.

dienvectoren beschreiben Sectoren, den Zeiten proportional.

Zus. 1. In allen Centralbewegungen verhalten sich die Geschwindigkeiten umgekehrt, wie die Perpendikel vom Mittelpunkt der Centralkräfte auf die Tangenten der krummen Linie in den Punkten der Bewegung.

— Wird ein völlig freier Körper von einer ununterbrochenen, nach demselben Punkte wirkenden Kraft gezogen, während er durch eine andere momentan wirkende Kraft eine seitwärts gehende Bewegung erhalten hat, so entsteht eine Centralbewegung. Die beiden wirkenden Kräfte heißt man Centralkräfte, und zwar jene Centripetalkraft, den Punkt, aus dem sie wirkt, Centralpunkt, diese hingegen Tangentialkraft. —

Aus dem angeführten Satz folgt einfach, daß ein jeder Planet *) vom Aphelium zum Perihelium mit zunehmender und (v. v.) von diesem nach jenem mit abnehmender Geschwindigkeit sich bewegen muß. [115])

Zus. 2. Aus der bemerkbaren Umlaufszeit (= t) eines jeden Planeten läßt sich die Geschwindigkeit (= c) im Peri-

*) Beobachtungen zeigen, daß die tägliche scheinbare Bewegung der Sonne, somit die wahre der Erde zur Zeit des Sommersolstitiums = 57′11·5″, dann des Wintersolstitiums = 61′10″ sei. — Ueber dem Aequator erscheint die Sonne
92 Tg. 22 h + 93 Tg. 14 h = 186 Tg. 12 h, unter demselben
89 Tg. 17 h + 89 Tg. 1 h = 278 Tg. 18 h.

[115]) Es gilt, um ein Verhältniß zu haben, wenn die Geschwindigkeit im Perihelium (= c) und im Aphelium (= c′) gegeben ist bei der bestimmten Excentricität (= e), die Proportion:

$$c : c' = (0{\cdot}5a + e) : (0{\cdot}5a - e).$$

helium und in jedem andern Punkte seiner Bahn finden [116]); aus der Geschwindigkeit im Aphelium kann die Größe der Kraft gefunden werden, welche den beweglichen Körper in jedem Augenblicke gegen den Sitz der Centralkraft hintreibt, somit ist leicht zu berechnen die Geschwindigkeit, welche ein beliebiger Planet beim freien Fall gegen die Sonne in der ersten Sekunde erhalten würde. *)

III. Die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten sich zu einander, wie die dritten Potenzen ihrer mittlern Entfernungen, oder der halben großen Achsen ($=a$ und $=A$) ihrer Bahnen. [117])

---

[116]) Man nehme: $c\delta\ (0{\cdot}5a - e) : 0{\cdot}5ab\pi = \delta : t$.

*) Der Fallraum, welchen die Erde in der ersten Sekunde gegen die Sonne durchlaufen würde, ist gleich 0·0096.

[117]) Das heißt: $t^2 : T^2 = a^3 : A^3$. — Dieses merkwürdige Gesetz ist einfach zu erhalten aus den in der Physik (p. 117 und 122) gegebenen Sätzen, nämlich aus:

$$P : p = \frac{R}{T^2} : \frac{r}{t^2} = \frac{1}{R^2} : \frac{1}{r^2},$$ woraus sich

$$R^3 : r^3 = T^2 : t^2$$ ergibt.

Newton (von 1664 bis 1727), der Urheber der Mechanik des Himmels, hat sein Gravitationsgesetz zuerst aus diesem dritten Kepler'schen Gesetze bewiesen.

Dieses Gesetz ist in der Astronomie sehr wichtig, weil es ein Mittel an die Hand gibt, die vorher nur beiläufig bekannten Entfernungen der Planeten von der Sonne, jetzt auf das genaueste zu bestimmen; denn man darf nur die Entfernung eines einzigen Planeten, nämlich die der Erde von der Sonne und zugleich (was jedesmal leicht ist), die Umlaufszeit eines jeden andern Planeten kennen (weil die der Erde auch bekannt ist), um die noch unbekannte Größe der Proportion zu finden. Umgekehrt bestimmt man auch die Umlaufszeit neu entdeckter Planeten oder Kometen, wenn nur einmal die Elemente ihrer Bahn berechnet sind.

Johannes Kepler (geb. zu Weyl in Schwaben 1571, gest. zu Regensburg 1630), dem eine zahlreiche Sammlung von seinem Lehrer und Gönner Tycho de Brahe (1546—1601) gemachter Beobachtungen, welche durch Genauigkeit sich vor allen früheren auszeichneten, zur Benützung vorlag und überlassen war, untersuchte mit zufälligem Glücke für sein Ergebniß die sehr excentrische Marsbahn, und fand, daß nur wenn er eine Ellipse als Bahn dieses Planeten annahm, Beobachtungen und Berechnungen genau übereinstimmten, hiedurch kam Kepler zur Entdeckung des ersten, durch seinen Namen berühmten Gesetzes.

Dem unsterblichen Kepler machte Kästner folgendes Epigramm:

So hoch ist noch kein Sterblicher gestiegen,
Als Kepler stieg — und starb in Hungersnoth!
Er wußte nur die Geister zu vergnügen,
D'rum ließen ihn die Körper ohne Brot.

II. Artikel. Unser Sonnensystem.

1) Unter Sonnensystem versteht man die Verbindung eines Fixsternes mit Planeten, welche sich um denselben bewegen und von demselben beleuchtet werden.

Da jeder Fixstern eine Sonne vorstellen kann, so läßt sich annehmen, daß um jeden Fixstern Planeten sich bewegen, und daß es somit so viele Systeme gebe, als Fixsterne; und mehrere Systeme, oder bisher als Fixsterne angesehene Himmelskörper können mit ihrer Begleitung wieder um Centralsonnen sich bewegen.

2) Unsere Sonne, welche sich in 25 Tagen 12 Stunden, wie man aus ihren Flecken (welche zuerst der Schwabe Scheiner zu Ingolstadt bemerkt haben will) ersehen kann, einmal um ihre Achse bewegt, beherrscht
13 Planeten mit (bis jetzt uns bekannten) 18 Monden, und viele Kometen.

Einen Sonnenfleck kann man auf der Erde $13\frac{3}{4}$ Tag lang sehen, und dann wird er uns eine gleich lange Zeit wieder unsichtbar, weil die synodische Umdrehungszeit der Sonne $27\frac{1}{2}$ Tag beträgt.

§. 1. Hauptsätze unsers Sonnensystems in Rücksicht auf die Planeten mit ihren Monden.

1) Die Planeten, welche von der selbstleuchtenden Sonne ihr Licht erhalten, bewegen sich alle in verschiedenen Entfernungen, und mit verschiedenen Geschwindigkeiten in wenig excentrischen Ellipsen, in deren einem gemeinschaftlichen Brennpunkte die Sonne sich befindet. Die Monde bewegen sich ebenfalls in Ellipsen um ihre Planeten, und mit diesen zugleich um die Sonne.

Von den jetzt bekannten Planeten enthält die nachstehende Tafel:

die Namen mit Zeichen	die mittlere Entfernung *)	Millionen-Meilen	die Umlaufszeit **)	den Durchmesser	Entdeckungszeit 2c.
Merkur = ☿	0·3870938	=8	87·96928	0·391	unbek.
Venus = ♀	0·7233317	=15	224·70078	0·985	"
Erde = ♁ mit einem ☾	1·0000000	=20	365·25224	1·000 0·264	— —
Mars = ♂	1·532691	=32	686·97964	0·519	unbek.
Vesta = ⚶	2·36148	=49	1325·485	Asteroiden oder Planetoiden	29/3 1807
Asträa = ⯓	2·57758	=53	1521·		8/12 1845
Juno = ⚵	2·66946	=55	1593·067		1/9 1804
Ceres = ⚳	2·77091	=57	1684·735		1/1 1801
Pallas = ⚴	2·77263	=57	1686·305		1/3 1802
Jupiter = ♃ mit 4 Monden	5·202767	=107	4332·5848	11·225	unbek.
Saturn = ♄ mit 7 Monden u. einem Ring	9·538850	=197	10759·2198	9·022	"
Uranus = ♅ mit 6 Monden	19·18239	=396	30686·820	4·344	13/3 1781 Herschel
Neptun = ♆	38·4...	=768	806106·0	0·163	1/9 1846

Wenn alle bekannten Planeten, welche nach ihrer Größe in eine Rangordnung gestellt, so aufeinander folgten: Jupiter, Saturn, Uranus, Erde, Venus, Mars, Merkur, Pallas, Ceres, Juno, Vesta, Asträa, in einen Körper vereiniget würden, so wäre dieser noch etwa um das 770 fache zu vermehren, damit sein Volumen dem der Sonne (p. 369) gleich käme.

2) Die Planeten, deren Bahnen sich unter verschiedenen, doch meist kleinen Winkeln schneiden, und somit nicht in einer Ebene liegen, haben außer der Bewegung um die Sonne, und die Monde außer der um die Planeten und mit diesen um die Sonne noch eine Achsenbewegung. Die Achse

---

*) Die Entfernungen der Planeten von der Sonne bilden eine geometrische Progression, in welcher jedes Glied (= E) durch folgende allgemeine Formel bezeichnet werden kann:

$$E = a + b^{n-1} . c.$$

**) Aus dem dritten Kepler'schen Gesetz folgt unmittelbar, daß die Umlaufszeit der Planeten nicht von dem Parameter oder von der kleinen Achse der Bahn abhänge, sondern nur von der Länge der großen Achse der Bahn (von der Absidenlinie), daß folglich langgestreckte Ellipsen ganz in derselben Zeit durchlaufen werden, wie mehr sich dem Kreise nähernde. Obwohl nun durch die störende Einwirkung anderer Planeten die Form der Bahn eines jeden Planeten jährlich geändert werden kann, so daß für sie die Excentricität bald vergrößert, bald verkleinert ist, so bleibt doch die Umlaufszeit immer dieselbe, vorausgesetzt, daß nur die große Achse sich nicht ändere, wie dieses Nichtverändertwerden bei unserm Sonnensysteme und bei den gegenwärtigen Entfernungen der Himmelskörper von einander wirklich stattfindet.

eines jeden Planeten zeigt sich schief und nicht senkrecht stehend auf der Ebene seiner Bahn.

Die rotirende als wie die fortschreitende Bewegung der Planeten zeigt sich direkte oder nach der Ordnung der Zeichen im Thierkreis; auch fast alle Monde bewegen sich von Westen nach Osten, nur die Trabanten des Uranus machen durch ihren retrograden Gang eine Ausnahme.

Die vier ersten Planeten haben beinahe gleich lange Tage, indem jeder eine Achsenbewegung in 24 Stunden macht; ein Tag eines der entferntern Planeten aber dauert halb oder kaum halb so lange, als ein Tag auf der Erde.

§. 2. Von den Kometen in unserm Sonnensysteme.

Die Kometen bewegen sich ebenfalls um die Sonne, aber in sehr excentrischen Ellipsen, wenn sie gleichwohl außer dem Thierkreis allenthalben am Himmel umherschweifen zu können scheinen.

Die größten Astronomen wollen noch nicht bestimmt angeben, ob alle Kometenbahnen Ellipsen seien. Professor und Direktor Mädler, ohne Zweifel einer der größten Astronomen, nimmt am liebsten die Ellipsenform, und bemerkt nur: „Es sei nicht wahrscheinlich, daß es sonst gar kein Criterium geben werde, um jene Vagabunden des Universums von angesessenen und häuslich eingerichteten Bürgern zu unterscheiden."

Die Umlaufszeit eines Kometen kann periodisch nicht nur um ganze Jahre, sondern sogar um Jahrzehente und Jahrhunderte geändert werden.

Die Umlaufszeit eines Planeten ist höchstens um Stunden und Minuten periodisch veränderlich.

Die Anzahl der Kometen wird noch lange unbestimmt bleiben. Lambert's Schätzung, nach welcher 4000 solcher räthselhafter Himmelskörper den Erdbewohnern sich gezeigt haben sollen, erscheint nicht im Geringsten als Uebertreibung; wenigstens müssen über 500 in unser System ihre Wege genommen haben, wenn seit Erfindung der Fernröhre jährlich im Durchschnitte ein bis zwei Kometen aufgestiegen.

Messier fand allein 19, Caroline Herschel 9, und Galle in drei Monaten 3 Kometen.

Berücksichtiget man die bis jetzt sich zeigende physische Beschaffenheit der Kometen, so kann man annehmen, daß es Hunderttausende von Kometen im Sonnensysteme gebe.

Die Zahl derer, für welche die Beobachtungen eine mehr oder minder genaue Bahnberechnung gestatteten, beläuft sich jetzt auf etwa 150.

Wenn es sonderbar erscheinen will, daß die neuere Zeit in der Beobachtung dieser Himmelskörper viel glücklicher als die frühere war, so bedenke man, daß nie ein Aberglaube festere Wurzeln geschlagen, als der über den innigsten Zusammenhang irdischen Unglückes oder Glückes und himmlischer Wunderzeichen, und daß sogar aus den jetzt lebenden (freilich nur sogenannten) Gebildeten eine Klasse ausgeschieden werden könnte, welche den als der Menschheit gefährlichen Ketzer verbrennen möchte, der den leisesten Zweifel an der Wirksamkeit der Strafe ankündigenden „Zuchtruthen eines nimmer nachsichtigen Gottes" äußerte.

In Maldonats Commentar (in IV. Evang. Matth. II. cap. quaest.: Quomodo ex stella Magi Christum cognoverunt?) ist ein

Muster von Beispielen aufbewahrt, wie die gute Phantasie mancherlei Gebilde in unsern Himmelszeichen sehen kann.

Die gebildeten Himmelskundigen bekennen, daß in Beziehung auf einen solchen Stern, der beständig in gleicher Richtung vor Reisenden hergeht, und zuletzt über einem Hause stillsteht, die Astronemie sich ganz incompetent erklären muß Die bescheidenen Naturfreunde überlassen Wunderdinge denen, welche solche mit glücklichem Erfolge zu behandeln wissen.

Littrow sagt: Es gibt in der That kein anderes Mittel, die Umlaufszeit eines Kometen verlässig zu bestimmen, als die Beobachtung seiner Wiederkehr selbst, wo man ihn an der Identität seiner Elemente mit einem früher dagewesenen Gaste erkennen kann. Von Kometen, deren Umlaufszeit man auf diese Weise bestimmt hat, kennt man jetzt mit Genauigkeit nur vier, deren Namen, nach denen ihrer Entdecker oder ersten Berechner, und deren Umlaufszeiten folgende sind:

der Halley'sche mit 75—76 Jahren Umlaufszeit,
der Olber'sche „ 74 „ „
der Enke'sche „ 3·29 „ „ und
der Biela'sche „ 6·74 „ „.

Der Halley'sche ist derjenige, auf welchen man zuerst die Gravitationslehre Newtons anwendete. Da er zu den größten und schönsten gehört, so hat man vielfache Nachrichten von seinem Erscheinen seit der christlichen Zeitrechnung. Sein Schweif erstreckte sich schon über 60°, d. i. über den dritten Theil des sichtbaren Himmels, und das Licht seines Kerns war öfters so intensiv, als das eines Fixsternes. Im Jahre 1682 berechnete Halley zuerst seine Bahn, und verkündete seine Rückkehr für das Jahr 1759. Solche erfolgte wirklich in dieser Zeit; aber der Komet ließ sich mit bedeutender

Verdunklung und viel kürzerem Schweife sehen. Höchst wenig Ausgezeichnetes hatte dieser Körper beim Erscheinen im Jahre 1835 für das große Publikum, viel aber für die Himmelskundigen: eine eigenthümliche, sehr unerwartete Erscheinung, welche am genauesten von Bessel beobachtet wurde, nämlich das Ausströmen von einer leuchtenden Materie aus dem Kerne des Kometen in einer fächerförmigen, dem Schweife entgegengesetzten, folglich der Sonne zugewendeten Richtung. Es zeigte sich, als seien zwei Lichtströme um den Kern rechts und links herumliegend, die sich mehr und mehr verdünnend, den Schweif des Kometen geben. Bessel hat diese Ausströmung als die Wirkung einer Repulsivkraft angesehen, und in dieser Hypothese die Dauer der Schweifbildung berechnet. Auch hat er in der Richtung dieser fächerartigen Flamme Veränderungen wahrgenommen, welche ihn auf das Vorhandensein einer pendulirenden Bewegung führten, deren Periode $4\frac{2}{3}$ Tage ist. Nach Arago ist das Licht dieses Kometen von der Sonne erborgt.

Der von Olber 1815 entdeckte Komet ist klein und schwach leuchtend.

Für den Enke'schen Kometen, welchen Mechain 1786 entdeckte, ist das Perihelium zwischen der Sonne und dem Merkur, das Aphelium aber zwischen Mars und Jupiter. Dieser Weltkörper ist es, welcher uns vom Dasein eines widerstehenden Mittels Kunde gegeben hat, und somit für die Optik und Dauer des Alls wichtig wurde.

Der Biela'sche Komet hatte bisher auch seine Bahn innerhalb des Saturn, sein Perihel war innerhalb der Erdbahn, und sein Aphelium außer der Bahn des Jupiters. Im Januar 1846 hat sich an diesem Himmelskörper ereignet, was noch nicht gesehen wurde: er wurde in zwei Theile getrennt, und wird jetzt von den Gesetzen, denen er bisher folgte, bedeutend abweichen.

Bei dieser Theilung wurde Gelegenheit gegeben, auch die Masse und Dichte eines Kometen zu bestimmen.

Wichtig ist noch der den 28. Febr. 1843 am hellen Tage an vielen Orten gleichzeitig entdeckte Komet, welcher in Mitte des Monats März auch bei uns einige Abende beobachtet wurde. Die Länge seines Schweifes zeigte sich über 50 Grad lang. Kein Komet ist bisher so nahe bei der Sonne gesehen worden, als dieser am 27. Febr. bei seinem Centralkörper war; die bisherigen Berechnungen ergeben, daß er im Perihelium in dem von uns gesehenen Sonnenkörper war. Wenn diese Rechnung als richtig sich erweiset, so ist zugleich erwiesen, daß der feste Sonnenkörper bei weitem kleiner sei, als man bisher vermuthete, und daß die ihn umgebende Lichtsphäre eine Höhe von mehreren tausend Meilen haben müsse.

Anhang.

Von den Meteoren.

Mehrere Naturkundige glauben, daß die sogenannten Meteore (vom $\mu\varepsilon\tau\acute{\varepsilon}\omega\varrho o\varsigma$ = in der Luft schwebend), oder Luftkugeln... in dem weiten Raume unsers Sonnensystems sich planetenartig bewegende Körper seien. Die diese Meinung begründenden Momente sind:

daß diese Erscheinungen alljährlich in einer bestimmten Periode (um die Zeit vom 11. bis 13. November) wiederkehren,

daß ihre scheinbaren Bahnen rückwärts an der Himmelskugel verlängert auf eine und dieselbe Gegend des Fixsternhimmels führen, von wo sie scheinbar ausgegangen sein mußten, und

daß ihre Geschwindigkeit viel zu groß sei, um selbst mit den schnellsten im Luftraume vorkommenden Bewegungen eine Vergleichung zu gestatten, sondern daß eine solche nur mit den im Sonnensysteme vorkommenden Körperbewegungen übereinzubringen sei.

* * *

Die in den letzten §§. gegebenen Sätze enthalten auch die Hauptlehre des Kopernikanischen Systems.

Bis auf den Frauenburg'schen Domherrn Kopernikus (geb. 1473, gest. 1543) galt das Ptolemäi'sche System. Ptolemäus (von 30—130 nach Ch.) meinte (wie in seinem in 13 Bücher getheilten Werke: *μεγαλη συνταξις* zu sehen ist):

In der Mitte der Welt stehe unbeweglich die Erde; um diese bewegen sich der Mond, der Merkur, die Venus, die Sonne, der Mars, Jupiter und Saturn, und zuletzt um diese Sphären die Sphäre des Himmels mit allen Sternen, welche an letzter hohlen Kugel befestiget sind.

Nach diesem System ist die Benennung der Wochentage, an welchen abwechselnd vom Samstage an ein anderer Planet die erste Wachstunde übernehmen mußte.

Kopernikus nun, welcher nach damaliger Sitte seine Studien in Italien gemacht hatte, lehrte nach Nicetas *)

---

*) **Nicetas Syracusius ut ait Theophrastus coelum, solem, lunam, stellas, supera denique omnia stare censet, neque praeter terram rem ullam in mundo moveri, quae circum axem se summa celeritate convertat et torqueat, eadem**

das Schwingen der Erde um ihre Achse, und nach den Pythagoräern die Bewegung der Planeten um die Sonne, welche er in die Mitte des Alls setzte; er ließ aber hiebei seine durch 36 Jahre geprüfte Ansicht als Hypothese hingestellt sein (damals durfte man noch weniger als jetzt seine unbezweifelte Ueberzeugung aussprechen). Er dedicirte sein Werk (de revolutionibus corporum coelestium Norimbergae 1543) dem Papst Paul III. Ihm war die Erdbahn ein Kreis. Auf dem Grund der von ihm entworfenen Tafeln ruht der unter Papst Gregor XIII. 1582 verbesserte Kalender.

Die von den großen Ohren solcher, welche zwischen Mathematikern und Ketzern keinen Unterschied kennen, bisher unerhörte, jetzt von den Gelehrten mit vieler Freude aufgenommene Lehre des ohne Vorurtheil schauenden Geistes *) mußte, da sie einer tausendjährigen Ansicht entgegen war, der Schrift widersprechend **) gefährlich sein; einem Galiläi, dem

---

effici omnia, quasi stante terra coelum moveretur, atque hoc etiam Platonem in Timaeo dicere quidam arbitrantur, sed paulo obscurius. Cicero IV. 39. Acad. quaest.

*) Der große Kepler sagt von Kopernikus: Vir fuit maximi ingenii et quod in hoc exercitio magni momenti est, animo liber. — Welchen Mann die libertas animi fordere, das wußte Kepler.

**) Unter andern Stellen sind folgende vorzüglich angeführt: Stehe still Sonne und bewege dich nicht. Josua 10, 13. Denn Er hat den Erdkreis begründet, der in Ewigkeit nicht bewegt werden wird. Ps. 92. Der du die Erde gegründet hast auf ihre eigene Festigkeit, sie wird sich in Ewigkeit nicht neigen. Ps. 103.

größten Naturforscher damaliger Zeit, wurden (weil er des Kopernikus Lehre als richtig erkannte und lehrte) seine letzten Lebenstage, in welchen der seltene Geist bei ruhigem Gemüthe den Denkern der folgenden Zeiten durch sein Studium wie früher Viel hätte vorarbeiten können, in Zeiten gewandelt, in denen ein ruhiges mathematisches Denken über erhabene Dinge dem Menschen unmöglich ist.

Die Untersuchung, die gegen Galiläi geschah, und die Strafe, welche über ihn verhängt wurde, findet man von gegenüberstehenden Parteien aufgezeichnet, und daher sehr selten leidenschaftslos besprochen. Ebensowenig, als solche Bemerkungen, wie sie Rottek p. 231. III. in seine Geschichte in Hinsicht auf diese Thatsache einsetzte, mit Grund gemacht werden können, ebensowenig wird sich das rechtsgemäß zeigen, was gegen Galiläi geschah, der auf Anklagen *) in Rom 1615 erschien, der durchaus nicht mathematisch widerlegt wurde, der **) zum schändlichen Schauspiele für die Nachwelt am 23. Juni 1633 wider das Zeugniß seines Geistes auf den Knieen die Wahrheiten (Irrthümer bezeichnet) abschwören mußte, die durch seine Folgerung als klar bewiesen sich zeigten, wie sie jetzt wahr sind.

---

*) Die Anklage lautet: **Quod teneret, tanquam veram, falsam doctrinam a multis traditam, solem videlicet esse in centro et immobilem, et terram moveri motu etiam diurno.**

**) Der Dialog über die Ptolemäische und Kopernikanische Welt-Ordnung, welcher zu Rom 1630, und darnach in Florenz das Imprimatur erhalten hatte, mag Anlaß hiezu gegeben haben. In diesem fanden Galiläi's Ankläger ihre verdiente Würdigung.

Diesen oft hervorgehobenen Umstand*), daß dem Galiläi zu denken und zu studieren noch erlaubt wurde, kann nur eine Kreatur vom niedrigsten Sklavensinne als Gnade anerkennen.

Wenn auch dieses noch nicht Anmassung genannt werden darf, daß in der Mathematik Ungebildete die Untersuchung übernahmen, so muß es doch hierbezeichnet werden, wenn wirklich Einer aus den Verehrern der Schrift die Stelle: „Ihr Männer von Galiläa (viri Galilaei), was steht ihr hier und sehet gegen Himmel!“ anwendete in einer Rede, welche den Galiläi herabsetzen und vernichten sollte.

Einer aus der Klasse der Spötter hat in den nachstehenden Versen gegen die jederzeit ehrwürdige Bibel witzig erscheinen wollen, indem er in Bezug auf Josua 10, 13. schrieb:

„Wohl hieß einst Josua die Sonne stille stehen,
Seit dem nun steht sie still und will nicht weiter gehen;
Den möcht' ich seh'n, der mir bewies',
Daß er sie wieder laufen ließ!“

Wer immer erkennt, daß die Schrift schon allein ihres Alters wegen von uns mit Achtung angesehen werden muß, der wird solchen Reimmachern nie Beifall klatschen.

---

*) Die ihm diktirte Strafe war: Kerker auf unbestimmte Zeit. Diese wurde aber bald in eine Verweisuug nach Arcetri bei Florenz umgestaltet, über welch letztere der ergebene Galiläi sich durchaus nicht klagend äußerte. Auch in diesem Aufenthalte konnte er nicht unthätig bleiben. Er schrieb 1638 so: „Ich grüble in meiner Finsterniß bald diesem, bald jenem Gegenstande der Natur nach, und kann meinen Kopf nicht zur Ruhe bringen.“

Es wird nicht leicht nachgewiesen werden können, daß in dem bisher erwähnten Streit die Kirche *), bei welcher nach der Verheißung Christi Gottes Geist bleibend ist, eine Wahrheit als Irrthum erklärte. Vielmals ist aber (in authentischen Quellen) angegeben, daß das Oberhaupt der römischen Kirche den gelehrten Galiläi nicht nur achtete, sondern ihm sehr geneigt sich zeigte. Die Träger der ihn zuerst hörenden Ohren haben ihn freilich nicht in Liebe vernehmen mögen.

II. Kapitel.

Erscheinungen von den besprochenen, bewegten Himmelskörpern und Chronologie.

I. Artikel. Erscheinungen von den besprochenen, bewegten Himmelskörpern.

Die bisher erörterten Artikel mußten schon mehrmals bei Erklärungen, Beweisen u. dgl. Erwähnungen von einigen Phänomenen machen, welche der Mensch am Wunderbau des Himmels sehen kann; deßhalb genügt es, wenn in den nächsten Paragraphen nur noch angeführt werden die Erscheinungen, welche aus ihren Ursachen gekannt, jedem Vernünftigen

---

*) Galiläi schreibt: „Als ich vor dem heil. Collegium erschien, forderten mich zwei Dominikaner-Mönche auf, meine Vertheidigung vorzubringen. Ich wurde angehalten, meine Ansicht als Katholik wieder zurückzunehmen."

Galiläi, der für jeden Fall in der Geschichte der Physik unsterblich wurde, starb am 8. Januar 1642.

eine leichte Einsicht in die Gesetze verschaffen, wonach die Gelehrten die Zeitbestimmungen machen, und wenigstens für einen großen Haufen von Menschen außerordentliche, zukünftige Erscheinungen mit der größten Sicherheit auf eine Reihe von Jahren voraus ankünden.

§. 1. Erscheinungen, welche aus den Bewegungen der Erde folgen.

I. Erscheinungen aus den einzelnen Bewegungen.

1) Die Gestirne gehen scheinbar, weil die Erde um ihre Achse sich bewegt, täglich, und zwar auf verschiedenen Standpunkten (p. 357) in verschiedenen Richtungen gegen den Horizont von Osten nach Westen.

2) Täglich ändert sich die Deklination der Sonne (p. 343) oder vielmehr der Erde, daher ist der scheinbare Tagkreis unsers Centralkörpers täglich ein anderer, mit dem die Veränderung der Tageslängen in der schiefen Himmelskugel verbunden ist; dem Aequator zeigt er sich jedoch immer parallel. Im Verlauf von einem Jahre werden alle Punkte der Deklination der Sonne — die Wendepunkte allein ausgenommen — zweimal durchlaufen. Der durch den Ost- und Westpunkt gehende Tagkreis liegt im Aequator.

3) Wenn die Erde in der unter dem Aequator des Himmels liegenden Hälfte ihrer Bahn sich befindet, so muß der Bewohner dieses Planeten die Sonne über dem Aequator ihre parallelen Kreise beschreiben sehen; und v. v.

Diese Zeiten sind vom 21. März bis 23. September, und vom 23. Septbr. bis 21. März.

4) Man hat den Sterntag, d. i. die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden obern Culminationen eines sehr fernen Fixsterns, der, von dem Sonnentag, d. i. der Zeit zwischen zwei Culminationen der Sonne, zu unterscheiden. Dieser ist, da die um die Achse sich bewegende Erde auch um die Sonne rollt, länger als jener, welcher zu 23 St. 56′ 4· 1″ Sonnenzeit gerechnet ist.

5) Weil die Erde sich in ihrer Bewegung in der Ellipse an das II. Kepler'sche Gesetz hält, so können die Sonnentage nicht gleiche Länge haben. Bildet man in einer Ellipse Radiensectoren von ungleicher Höhe, so sieht man die Natürlichkeit dieses Satzes deutlich. Im praktischen Leben rechnet man wohl nach gleich langen, nämlich nach sogenannten mittlern Sonnentagen.

Den Sterntag und wahren Sonnentag auf mittlere Zeit bezogen, hat man:

einen mittlern Sonnentag = 24 h.,
einen Sterntag = 23 h. 56′ 4· 091″,
einen wahren Sonnentag { = 24 h. 0′ 30″ im Dezbr. (Maximum),
= 22 h. 59′ 30″ im Sept. (Minimum).

1. Zus. Die gewöhnlichen Taschen- und Pendeluhren zeigen mittlere Sonnenzeit.

An guten Sonnenuhren sieht man die wahre Sonnenzeit.

Astronomische Uhren zeigen Sternzeit oder mittlere Sonnenzeit.

2. Zus. Der Unterschied zwischen der wahren und mittleren Sonnenzeit, welcher viermal in einem Jahre = 0 wird (und zwar gewöhnlich am 14. April, 14. Juni, 31. August und 23. Dezember), führt den Namen Zeitgleichung, und ist meistens in Tafeln in den Kalendern enthalten.

Die Maxima und Minima der Zeitgleichung sind:

—14′34″ in Mitte Febr.,	—6′9″ gegen Ende Juli,
+3′55″ „ „ Mai,	+16′16″ im Anfang Nove[illegible]

Man unterscheidet auch zwischen den astronomischen u[illegible] und bür-gerlichen Jahren und Tagen. Beim astronomischen Tag zä[illegible] zählt man von einer Culminationszeit bis zur andern; beim bürgerlich[illegible]ichen hie-von verschieden.

6) Der Raum unsers Planeten- oder Sonnensyste[illegible]stems be-schreibt eine Linsenform.

II. Erscheinungen aus den beiden Bewegu[illegible]gungen der Erde und aus der Neigung der Erdac[illegible]achse.

Da die Achse der um die Sonne rotirenden Erde [illegible]de schief auf der Ebene ihrer Bahn steht,

so müssen wechseln die Jahreszeiten, d. i. Beleu[illegible]leuchtung und Wärme müssen auf den außer dem Aequator lie[illegible]liegenden Punkten wachsen und abnehmen, oder es müssen Frü[illegible]Frühling, Sommer, Herbst, Winter aufeinander folgen;

so kann die Dauer der Tage und Nächte an [illegible]n Orten von verschiedenen Breiten (p. 357) auf der Erde nicht [illegible]ht gleich-viel Zeit in sich fassen.

§. 2. Erscheinungen, welche aus den Bewegungen des M[illegible] Mondes folgen.

1) Die immer rechtläufige Mondkugel, welche
in 27 T. 7 h 43′11·51″ ihren siderischen,
in 29 T. 12 h 44′2·9″ ihren synodischen,
in 27 T. 7 h 43′4·7″ ihren tropischen,
in 27 T. 13 h 18′37·4″ ihren anomalistischen, u[illegible] und
in 27 T. 5 h 5′36″ ihren drakonischen

Umlauf um die Erde vollendet *), rückt täglich zu den östlichen Sternen etwas über 13°, und geht in Folge dessen später auf, culminirt später, und geht später unter.

2) Die scheinbare Größe und der tägliche Umlauf oder die Geschwindigkeit des Mondes bleiben sich nicht gleich, weil dieser Körper sich in einer Ellipse (mit e = 0·0548442) um die Erde bewegt.

— Was bei der Erde in Bezug auf die Sonne (p. 385) Perihelium und Aphelium heißt, wird beim Mond in Rücksicht auf die Erde Perigäum und Apogäum genannt —.

Im Perigäum ist der scheinbare Durchmesser unsers Trabanten = 33′31″, und er macht in einer Stunde 36′48″; im Apogäum macht er in einer Stunde nur 29′34″ im Bogen.

Die durchschnittliche Geschwindigkeit des Mondes beträgt in einer Sekunde 0·1333... Meilen, weßhalb er in Bezug auf die Sonne nie rückläufig werden kann.

3) Der Mond zeigt verschiedene Lichtphasen, von welchen die vier Hauptgestalten mit den Worten Neulicht oder Conjunction, erstes Viertel, Vollmond oder Opposition, und letztes Viertel bezeichnet werden, welche in einer bestimmten Zeit wiederkehren.

1. Zus. Nur zur Zeit der Conjunction ist eine Sonnen- (besser Erd-) Finsterniß (totale oder partiale), und nur zur Zeit der Opposition eine Monds-Finsterniß möglich.

---

*) Anomalie, Evection, Variation, jährliche Gleichung u. s. w. sind gleichzeitig und aufeinander wirkend.

Es beträgt in geographischen Meilen die Länge [118])

des Neumondschattens	des Erdschattens
in größter Entfernung: 51083,	in größter Entfernung: 188640,
in mittlerer „ : 50209,	in mittlerer „ : 185453,
in kleinster „ : 49376,	in kleinster „ : 182408.

2. Zus. Da die übrigen Planeten und ihre Trabanten wie die Erde mit ihrem Satelliten ihr Licht von der Sonne erhalten, so können auch sie gegenseitig sich verfinstern zur Zeit der Conjunction und Opposition. Das Beginnen (der Eintritt), die Dauer und das Ende (der Austritt) der Verfinsterung kann auf der Erde beobachtet werden. Der Astronom Olaus Römer (p. 214) fand, daß das Verschwinden des Eintrittes und Austrittes auf der Erde um 16′26″ später wahrgenommen wird, wenn Jupiter der Conjunction der Sonne nahe, oder jenseits der Sonne sich befindet, und um den Durchmesser der Erdbahn [119]) weiter von der Erde entfernt ist, als wenn er mit ihr in Opposition steht.

4) Die Erdbahn und die Mondbahn schneiden sich gegenwärtig unter einem Winkel von 5°8′49″ welcher aber zwischen 5° bis 5°18′ veränderlich ist.

---

118) Man hat zur Berechnung der Länge (=L) die Formel: $L=\frac{dr}{R-r}$, worin R den Halbmesser des leuchtenden, r den des beleuchteten, und d den Abstand beider Körper von einander angibt.

119) Man erhält daher die Geschwindigkeit des Lichtes durch $\frac{20682440.2}{16.60+26}=419522$ Meilen.

Die zwei Durchschnittspunkte der Mondbahn mit der Ekliptik heißen Knoten, und zwar der eine aufsteigender Knoten (=☊) Drachenkopf, und der andere absteigender Knoten (=☋) Drachenschwanz; die verbindende Linie wird Knotenlinie genannt. Die Knotenpunkte rücken täglich 3′10·64″ von Osten nach Westen, sich gleichsam um ihren Mittelpunkt drehend. Die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Stunden im Drachenkopf heißt Drachenmonat (p. 404) oder Knotenlauf.

1. Zus. Wenn die Ebene der Mondbahn in der der Erde läge, so müßte mit jedem Neumond eine Erdfinsterniß, und mit jedem Vollmond eine Mondfinsterniß verbunden erscheinen: da diese Ebenen sich aber schneiden, so werden die bemerkten (zur Bestimmung der Längenunterschiede der Orte sehr brauchbaren) Finsternisse in den genannten Phasenzeiten nur dann eintreten, wenn die Neu- und Voll-Monde in die Knotenpunkte oder in die Nähe derselben treffen.

2. Zus. Ungefähr nach 19 Jahren (nach 18 Jahren 228 Tagen) ist der Umlauf der Mondsknoten vollendet; daher werden dieselben Verfinsterungen beinahe nach dieser Zeit wiederkehren. — Da 12 synodische Umläufe 354 T. 8 h 48′33·6″, mithin 10 T. 21 h 0′11″ zu wenig im Vergleich zu einem Sonnenjahr geben, und da nach Verlauf von 19 Jahren diese Reste zu 206 T. 15 h 3′29″ anwachsen, welche sehr nahe mit 7 Mondmonaten (bis auf 20 T. 17 h 8′30″) übereinstimmen, so konnte leicht ein ausgezeichneter Geist (der Grieche Meton) darauf geführt werden, innerhalb 19 Jahren 7 Monate so einzuschalten, daß von 12 derselben jedes zu 12, und von 7 jedes zu 13 Monaten gerechnet wurde.

Die sieben Schaltjahre in diesem Cyklus waren das 3te, 5te, 8te, 11te, 13te, 16te und 19te.

II. Artikel. Punkte aus der Chronologie.

§. 1. Römerzinszahl, Goldene Zahl und Epakten, Sonnenzirkel und Sonntagsbuchstabe.

Auf den erwähnten Erscheinungen beruhen größtentheils diejenigen Angaben in unsern Kalendern, welche aus den berechneten, periodischen Naturbegebenheiten genommen werden. In diesen Angaben kommen Benennungen vor, von denen kurze Begriffe immer vorliegend nicht ungerne gesehen werden dürften, nämlich die Worte der Benennungen:

I. Römerzinszahl oder Indictionscykel,
II. Goldene Zahl und Epakten,
III. Sonntagsbuchstabe und Sonnencykel.

I. Römerzinszahl.

Der Indictionscykel oder die Römerzinszahl ist eine Periode von 15 Jahren, welche zu den Zeiten des Kaisers Constantin des Großen 313 christlicher Zeitrechnung zur Einholung der Steuern eingeführt wurde.

Um die einem gegebenen Jahre im Indictionscykel zugehörige Zahl zu finden, addire man 3 zur Jahreszahl, und dividire die erhaltene Summe durch 15; der Rest, oder wenn kein solcher bleibt, die Zahl 15 selbst, ist die gesuchte Indictionszahl.

II. Goldene Zahl und Epakten.

Die goldene Zahl ist jene Zahl, welche anzeigt, das wievielte Jahr das vorliegende Jahr in dem 19 jährigen (p. 407) Mondcykel ist.

Man addirt 1 zur gegebenen Jahrszahl, und dividirt durch 19, so ist der Rest die goldene Zahl, und bleibt kein Rest, so ist sie 19 selbst.

Man hielt die Erfindung durch Meton für so wichtig, daß man ihre Berechnung mit goldenen Buchstaben schrieb, daher die Benennung **goldene Zahl**.

Die Epakte oder der Mondszeiger ist die Zahl, welche für den 1. Januar die seit dem letzten Neumonde verflossenen Tage, d. i. das Alter des Mondes am 1. Januar angibt.

Die astronomische Epakte, welche den genauen Zeitunterschied (10 T. 21 h 0′13″ p. 407) zwischen Sonnen- und Mondjahr angibt, ist zu unterscheiden von der sogenannten kirchlichen, welche 11 Tage hat.

III. Vom Sonntagsbuchstaben und vom Sonnencykel.

In dem alten Zeiten wurde es gebräuchlich, in dem Kalender irgend eines Jahres die einzelnen Tage desselben, vom 1. Januar angefangen, immer wiederholt mit den sieben Buchstaben A, B, C, D, E, F, G zu bezeichnen; derjenige von diesen Buchstaben, welcher allemal auf einen Sonntag fiel, wurde **Sonntagsbuchstabe** genannt. Offenbar muß er in jedem nächsten gemeinen Jahre, welches 52.7+1=365 Tage in sich schließt, um eine Stelle rückwärts gehen. In Schaltjahren (die 52.7+2=366 Tage haben) bezeichnet man den 23. und 24. Februar mit einem und demselben Buchstaben, mithin hat jedes Schaltjahr zwei Sonntagsbuchstaben, von denen der erste vom 1. Januar bis zum 24. Februar, der zweite vom 25. Februar bis zum 31. Dezember gilt. In jedem einem Schaltjahre zunächst folgenden gemeinen Jahr muß

der Sonntagsbuchstabe um zwei Stellen zurückwärts gehen. Nach 28 Jahren, welcher Zeitraum Sonnencykel genannt wird, müssen dieselben Sonntagsbuchstaben wiederkehren.

Um die Zahl des Sonnencykels für ein gegebenes Jahr zu finden, addire man die Zahl 9 zur gegebenen Jahreszahl (weil 9 Jahre vor Christi Geburt der Anfang eines solchen Cykels fällt), und dividire die Summe durch 28. Der Rest nach dieser Division, oder wenn kein solcher bleibt, die Zahl 28 selbst, ist die gesuchte Sonnencykelzahl.

§. 2. Von den Festtagen, vorzüglich vom Osterfeste in den Kalendern.

Man findet, wie weit man immer in die Vorzeit zurücke blicket, daß die Völker gewisse religiöse Feste hatten; die Tage, an denen diese Feste gefeiert wurden, waren immer wichtig, und mußten jedesmal als Anhaltspunkte für die Zeitrechnungen dienen.

In den Kalendern der Christen, welche die Tage des Jahres in Werktage und Feiertage, und letztere in bewegliche und unbewegliche Feste eintheilen, ist der Ostertag vorzüglich wichtig. Dieser Tag ist das Haupt der beweglichen Feste; nach diesem richten sich alle übrigen beweglichen Feste des Jahres.

Nach dem Beschluß des Nicänischen Concils (von 325) soll Ostern, welches die Christen anfangs mit den Juden zugleich am 14. Nisan, d. i. am Tage des Vollmondes, der zunächst nach der Frühlingsnachtgleiche eintritt, feierten, an dem Sonntag gefeiert werden, der zuerst nach dem ersten Vollmond nach dem Frühlingsäquinoctium folgt. Fällt dieser Vollmond auf einen Sonntag, so soll Ostern auf den nächstfolgenden Sonntag verlegt werden; dasselbe soll geschehen, wenn der Ostersonntag mit dem ersten jüdischen Ostertage zusammen-

fiele. Das Frühlingsäquinoctium soll jedesmal auf den 21. März fallen.

Nach diesen Bestimmungen fallen die Ostergrenzen zwischen den 22. März und 25. April. *)

Zur Berechnung der Ostertage für das gegenwärtige Jahrhundert, enthält nachstehende Tafel

Goldene Zahl	Oster-Vollmond	Sonntags-Buchstabe	Goldene Zahl	Oster-Vollmond	Sonntags-Buchstabe
1	13. April	E	11	24. März	F
2	2. „	A	12	12. April	D
3	22. März	D	13	1. April	G
4	10. April	B	14	21. März	C
5	30. März	E	15	9. April	A
6	18. April	C	16	17. „	B
7	7. „	F	17	6. „	E
8	27. März	B	18	26. März	A
9	15. April	G	19	13. April	E
10	4. „	C			

*) Non sequitur Marcum, non praecedit Benedictum.

Die Ostertage des nächsten Menschenalters werden sein:

Jahr	Tag	Jahr	Tag	Jahr	Tag
1848	23. April	1859	24. April	1870	17. April
1849	8. „	1860	8. „	1871	9. „
1850	31. März	1861	31. März	1872	31. März
1851	20. April	1862	20. April	1873	13. April
1852	11. „	1863	5. „	1874	5. „
1853	27. März	1864	27. März	1875	28. März
1854	16. April	1865	16. April	1876	16. April
1855	23. „	1866	1. „	1877	1. „
1856	23. März	1867	21. „	1878	21. „
1857	12. April	1868	12. „	1879	13. „
1858	4. „	1869	28. März	1880	28. März

§. 3. Epochen oder Anfangspunkte der Zeitrechnungen.

Die Anfangspunkte der Zeitrechnungen von verschiedenen Völkern und zu verschiedenen Zeiten sind sehr verschieden.

Die Christen rechnen allgemein nach der Geburt des Erlösers des Menschengeschlechtes, d. h. nach dem Jahre, welches Dionysius Exiguus im Anfange des sechsten Jahrhunderts dafür setzte, als er (von daher, wo man immer wissen will, wie man in der Zeit ist) den Auftrag erhalten hatte, eine christliche Zeitrechnung auszuarbeiten.

Es sind Gründe vorhanden, zu bezweifeln, ob Dionys das Jahr richtig bestimmt habe; man darf glauben, unsere christliche Zeitrechnung wäre mehr richtig, wenn wir annehmen würden, daß im September des laufenden Jahres 1847 das 1850ste Jahr nach Christi Geburt vollendet werde.

Im altrömischen Reiche wurde nach Erbauung der Stadt Rom (a. u. c) gerechnet. Bei den alten Römern (bis Julius Cäsar) mußten die Jahre oft sehr verschiedene Zeittheile in sich fassen. Die Priester, welche die Berechnungen der Jahre überhatten, sollen sich mit den Machthabern verständiget haben, die Jahre bald länger, bald kürzer zu machen, um einen Consul länger im Amte zu erhalten, oder einen neugewählten früher eintreten zu lassen.

Es wäre ohne Zweifel höchst ausgezeichnet zu nennen, das Auftreten unsers Geschlechtes auf der Erde zur Epoche zu machen: allein die gemachten Versuche zu diesem Zwecke zeigen klar, daß dieses blos menschlicher Macht unmöglich ist.

Vor Christi Geburt war die Schöpfung des Menschengeschlechtes

nach d. griech. Christen	5508	Jahre	nach Frank	4182	Jahre
„ Julius Africanus	5501	„	„ Usher	4004	„
„ Ponadoras	5493	„	„ Petav u. Kepler	3984	„
„ Silberschlag	4200	„	„ Scaliger	3950	„

Die Angaben von Kepler und Petavius werden am häufigsten angenommen.

Zus. In Rücksicht auf die Namen unserer Monate ist zu bemerken: Die Namen der Monate, d. i. der Zeittheile, innerhalb welcher die Sonne von einem Himmelszeichen (im Thierkreis) zum andern zu wandern scheint, sind von den Römern gegeben. Ursprünglich war aber die Folge der Monate bei den Römern diese:

1. Martius,	5. Quintilis,	9. November,
2. Aprilis,	6. Sextilis,	10. December,
3. Majus,	7. September,	11. Januarius,
4. Junius,	8. October,	12. Februarius.

Der Jahresanfang wurde auf den 1. Januar versetzt damals, als sich die Herrschaft der Römer über die Gränzen Italiens ausbreitete, damit die Consuln nicht zu spät bei ihren Armeen eintrafen. Ob man bei der Berechnung der christlichen Epoche sich immer an dieses erinnert habe, ist zu bezweifeln, da man den Geburtstag des Herrn (cf. p. 412) gerade auf den 25. Dezember setzte, damit die Beschneidung auf den 1. Januar treffen mußte.

Zweites Hauptstück.

Von der Centralsonne und von der Fixsternwelt.

I. Betrachtung.

Von der Centralsonne.

„Um Erden wandeln Monde,
Erden um Sonnen,
Aller Sonnen Heere wandeln
Um eine große Sonne.“ Klopstock.

§. 1. Bezeichnung der Centralsonne.

1) Schon vor mehreren Jahren wurde angenommen, es existire eine Centralsonne, um welche sich mehrere Sonnen bewegen.

Thomas Wright, Lambert und Kant nahmen eine solche an, und meinten, sie sei Sirius oder der glänzende Flecken im Orion. Die ausgezeichneten Astronomen Bessel und Struve gelangten nach außerordentlichen Arbeiten dahin, beweisen zu können, daß die Firsterne nicht absolut unbeweglich seien. Argelan-

der konnte 1837 für 560 Fixsterne Ueberzeugungsgründe vorlegen, daß dieselben sich alle in einer Richtung, und zwar gegen das Sternbild des Herkules bewegen.

2) Professor und Direktor Mädler ward durch sechsjähriges unermüdetes mathematisches Beobachten so glücklich, den Freunden des Himmels Folgendes mittheilen*) zu können:

„Den Zug der Milchstraße betrachte ich, nach dem Vorgange anderer namhafter Astronomen, als bezeichnend für die Ebene, welche als Grundebene des Fixsternsystems anzunehmen ist, und setze den Centralpunkt in diese Ebene. Jener Zug beschreibt nahezu einen größten Kreis, jedoch mit einer nicht zu verkennenden Abweichung, da die Milchstraße unter dem Meridiane der Frühlingsnachtgleiche mit ihrer Mitte $36\frac{1}{2}°$ vom Nordpole, die entgegengesetzte Seite dagegen, 5° vom Meridiane der Herbstnachtgleiche östlich, nur $26\frac{1}{2}°$ vom Südpole entfernt ist. Weniger bestimmt läßt sich diese Abweichung in den Durchschnittspunkten der Milchstraße und des Aequators erkennen, wohl eine Folge des doppelten Zuges an einer Seite. Augenscheinlich ist also von den beiden Hälften, in welche die Milchstraße den Himmel theilt, diejenige, in welche der Frühlingspunkt fällt, die kleinere, für uns also die entferntere; unsere Sonne steht mithin außerhalb dieser Ebene, nach der Seite der größeren Hälfte hin, und wir haben den Punkt C in der kleineren zu suchen.

Herschel I. und II. haben ferner dargethan, daß wir der südlichen Hälfte der Milchstraße näher stehen, als der nördlichen, wie es auch eine Vergleichung der Sterndichtigkeit in und außerhalb der Milchstraße zeigt. Durch diese Wahrnehmung sind wir im Stande, dem Punkte C noch etwas engere Gränzen anzuweisen, wir werden ihn nämlich im nörd-

*) Centralsonne von Mädler, II. Auflage, p. 15.

lichen Theile dieser kleineren Hälfte, also zwischen der Milchstraße und dem Aequator, zu suchen haben.

Diese unsere Position im Ganzen der Fixsternwelt (Weltinsel), und die Bewegung der Fixsterne in einer gewissen Richtung voraussetzend, rückte Dr. Mädler dem Mittelpunkte des vermutheten und gesuchten Systems näher. Er fand bald, daß wenn auf einer Seite des Himmels die Sterne rechts, sie auf der entgegengesetzten links zu laufen scheinen. Er war hiedurch von einer Kreisbewegung überzeugt, für welche sofort er das noch unbekannte Centrum suchen konnte. Mädler gibt seine weitern Untersuchungen an, und indem er höchst bescheiden*) die Gruppe der Plejaden als Centralgruppe erklärt, sagt er:

„Ich bezeichne demnach die Plejadengruppe als die Centralgruppe des gesammten Fixsternsystems bis in seine äußersten, durch die Milchstraße bezeichneten Grenzen hin; und Alcyone als denjenigen einzelnen Stern dieser Gruppe, der unter allen übrigen die meiste Wahrscheinlichkeit für sich hat, die eigentliche Centalsonne zu sein."

*) Im Eingang (p. 18) zu den speziellen Untersuchungen äußert er sich also: „Entbehren die Schlüsse, welche ich im Vorstehenden, freilich in möglichster Kürze mitgetheilt habe, nicht alles Grundes, so ist hier der Angelpunkt gefunden, um den das gesammte Heer der übrigen Fixsterne seine ungeheuren Bahnen beschreibt. Bekanntlich findet sich unter den gedrängten Gruppen des Himmels keine, die auch nur entfernt an Glanz und Reichthum den Plejaden gleichkäme. Daß sie nicht blos optisch zusammen gehören können, bedarf längst keines Beweises mehr. Sie stehen ferner in

einer sternenreichen Gegend, und an einem Punkte, der den obigen allgemeinen Bedingungen sehr gut entspricht."

§. 2. Entfernung der Centralsonne.

Die Parallaxe der Alcyone ist nach Mädler = 0·006097", daher macht ihre Entfernung von uns 34 Millionen Sonnenweiten. Eine Linie von einer solchen Länge könnte das Licht erst in einer Zeit von 537 Jahren durchmessen.

Unsere Sonne, deren System in einer Sekunde beinahe 8 geographische Meilen zurücklegt, braucht nach vorläufiger Berechnung 18200000 Jahre, um einmal um die Alcyone sich zu bewegen.

Ueber die Spaltung der Milchstraße und über die Gesammtconstitution des Fixsternsystems gibt Mädler am Schlusse noch Folgendes an: „Die Spaltung der Milchstraße vom Ophiuchus bis an den Südpol vorüber, während sie in dem übrigen Theile ihres Zuges einfach gesehen wird, erklärt sich gleichfalls aus der Lage der Centralsonne. Der Mittelpunkt des einfachen Theiles liegt nämlich nahezu da, wo eine von Alcyone aus gezogene Normale die Milchstraße trifft. Wahrscheinlich besteht dieser Sternengürtel aus zwei concentrischen sehr breiten Ringen, die in der Gegend, welche für unseren Standpunkt die entferntere ist, perspektivisch zusammenfallen und sich größtentheils decken, in ihrem entgegengesetzten, uns näher liegenden Theile, dagegen einen hinreichend großen Winkel bilden, um getrennt gesehen zu werden. Da es ferner nicht wahrscheinlich ist, daß die Milchstraße nur die äußerste Grenze einer bis dahin in nahezu gleicher Mächtigkeit und

Fülle fortgesetzten Sternschicht bezeichne, vielmehr ihre ziemlich erkennbare Grenzen auf eine, wenn auch unvollkommene Trennung von der inneren Fixsternmasse hindeuten, andererseits aber zunächst um die Plejadengruppe ein gleichfalls ziemlich sternenleerer Raum gefunden wird, so dürfte die Gesammtconstitution des Fixsternsystems folgende sein:

Die Mitte ist bezeichnet durch eine sehr sternreiche und mit bedeutenden einzelnen Massen erfüllte Gruppe. Um sie herum zunächst eine schmale, verhältnißmäßig sternleere Zone, hierauf eine breite, ringförmige, sternenreiche Schicht, hierauf abermals eine sternarme Zwischenzone, und so fort in einer noch unbestimmten Anzahl von ringförmigen Gliedern, deren beide äußerste die Milchstraße bilden, Brückenartige Zwischentheile verbinden an einzelnen Stellen diese großen Ringe, die auch sonst nicht in allen Theilen ihres Umkreises von gleicher Mächtigkeit sind und hin und wieder etwas einer Gruppenbildung Aehnliches zeigen, meistens aber nur aus isolirten einfachen Fixsternen und Fixsternpaaren bestehen."

II. Betrachtung.

Von der Fixsternenwelt.

Das von Mädler aufgefundene System, welches die um die Alcyone laufenden Sonnen der Milchstraße darstellen, und die Ansichten, welche die Nebelflecken wahrnehmen lassen, lassen durch Analogie auf ein Aggregat von Milchstraßensystemen schließen.

„Stolzer, unwissender Sterblicher (sagt Bonnet), der du vielleicht dieses blos für übertriebene Muthmaßungen oder für unfrucht-

bare Spiele des Witzes der Sternkundigen und Weltweisen hältst, hebe dein Auge gegen Himmel und antworte mir. Wenn der Schöpfer einige von diesen großen Lichtern am Sternengewölbe wegnähme, würden deine Nächte wohl dunkler? — Sage daher nicht: Die Sterne sind für mich geschaffen, und das mit so majestätischem Glanze funkelnde Firmament ist meinetwegen da. Kurzsichtiger! du warst keineswegs der Hauptgegenstand der Mildthätigkeit des Schöpfers, als er den Sirius formte und dessen Planeten ihren Lauf vorzeichnete."

Mehr Bestimmtes, als wir jetzt wissen, wird ohne Zweifel der menschliche Geist noch erforschen, der beim Betrachten und Ausmessen des großen mechanischen Werkes des Himmels zeigt, daß er Gottesebenbild sei; ob ihm der undurchsichtige Vorhang nach vielen oder wenigen Jahren gelüftet wird, das kann so wenig sicher angegeben werden, als wir vor wenigen Jahren die Centralsonne und die Bewegungen um sie, und viele andere zur Kenntniß gekommene Wahrheiten *) noch irgend kannten.

Sind wir gleichwohl verurtheilt, von den uns nächsten Gestirnen 4 Billionen Meilen entfernt zu leben, so dürfen wir doch hoffen, daß Der, Der uns nach Seinem Bilde geschaffen, die Menschen hienieden noch erkennen läßt, daß die unauflösbaren Nebelflecken, und vielleicht auch einige auflösbare, wieder selbstständige Milchstraßensysteme bilden, die mit dem der Alcyone vom gleichen Range sind, und sich wieder um ein Centrum bewegen. Wie Oasen in der Wüste, wie Inseln im Ocean, so konnte der Unendliche Weltinseln

*) Vergleiche Mädler's populäre Astronomie 1846.

in dem unausmeßbaren Raume zerstreuen. Setzen wir Sonnen- und Sonnensonnen-Systeme in vielgliedrigen Reihen, so denken wir doch zugleich, das Geschaffene ist endlich, und der Schöpfer allein nur unendlich. — Die Wissenschaft kann nichts entdecken, was nur entferntest der Vorstellung Abbruch thun kann, die der Gebildete von der Allmacht, vom Walten und überhaupt vom Wesen Gottes hat. Ja, demuthvoll ruft der Himmelsbeschauer in stiller Nacht zu jenem alten Gott der Psalmen, Der da war, ehe die Berge waren, und Der da bleiben wird, wenn alle Himmel vergehen:

„Wo ist ein Haus, das Dich fassen kann?“

II. Abtheilung.

Weltgebäude in physischer Rücksicht.

Die Betrachtung des gegenwärtigen Zustandes der Himmelskörper, und insbesondere der Erde, in physischer Rücksicht (die physische Kosmologie oder Kosmognosie) läßt erkennen, daß dieser Zustand nicht immer war, wie er jetzt ist, daß er eine Folge von Veränderungen ist.

Versuchen wir daher in physischer Rücksicht von den Himmelskörpern eine Beschreibung zu machen, so wird unwillkührlich unser Blick von der Gegenwart hinaufgezogen zur Vergangenheit, und von dieser kehren wir mit neuen befriedigenden Aufschlüssen zur Gegenwart zurück, und wir wagen sogar einen Blick in die Zukunft zu werfen. Unzertrennlich sind verschwistert:

Beschreibung und
Geschichte des Alls.

I. Unterabtheilung.

Physische Kosmographie.

I. Abschnitt.

Physische Geographie.

I. Hauptstück.

Von der Erde ohne Rücksicht auf ihre Produkte.

1) Von der Oberfläche der Erde ist nur eine dünne Schale, und zwar diese Schichte nur stellenweise untersucht.

Die größten bekannten Tiefen der natürlichen Höhlen oder Bergwerke sind im Verhältnisse der Erdkugel nicht mehr bedeutsam, als Nadelstiche in die Schale eines Apfels, welche kaum das Fleisch des Apfels erreichen; die größte Messung macht nicht den zwanzigtausendsten Theil des Erddurchmessers.

2) Die mittlere Dichte der Erde ist (nach Cavendish) = 5·48. Daher beträgt das Gewicht des Erdkörpers $13\frac{1}{2}$ Quadrillionen Pfund.

Zus. Da man in den obern, genauer bekannten, Schichten der Erdrinde höchstens eine Dichte von 2·7 findet, so muß die Dichte der Erde gegen das Centrum stark (bis zu 11) zunehmen. Zunahme der Wärme in dieser Richtung.

3) Die Oberfläche des Erdsphäroids, auf dem sich viele Erhebungen und Vertiefungen finden, ist nur zum geringen Theile trocknes Land, dem größten Theil nach ist sie mit Wasser bedeckt, dessen Hauptmasse als Ocean das Land umgibt, und solches in einige größere (Continente) und klei-

nere Theile (Inseln) theilt. Die Summe der Flächen der Continente (der östlichen = 1505000, + der westlichen = 750000, + der südlichen = 120000) und der Inseln verhält sich zur Summe des Oceans wie 27 : 73, oder höchstens wie 28 : 72.

Die Vertheilung des Landes und Wassers über die beiden Halbkugeln — nördliche und südliche — ist sehr ungleichmäßig. *) Die größtausgedehnten Landtheile sind in dem nördlich gemäßigten Gürtel; jedoch auch die nördliche kalte und der nördliche Theil der heißen Zone enthalten nicht unbeträchtliche Strecken trockenen Landes.

Nimmt man die mittlere Tiefe des Meeres = 1000 Toisen, so findet man, daß das Wasser auf der Erde nicht ganz $\frac{1}{8000}$ der ganzen Erdmasse ausmache.

Der vom festen Lande und Wasser begrenzte Körper ist noch von einer aus ausdehnsamer Flüssigkeit (p. 163) gebildeten Schale allenthalben umgeben.

Der Druck, welchen die schwere Gashülle auf die Erde ausübt, trägt zur Standhaftigkeit jedes lockern Körpers auf der Erdrinde Vieles bei.

---

*) Diese Ungleichmäßigkeit würde noch mehr hervortreten, wenn man einen Punkt unter 40° südlicher Breite, und 220° östlicher Länge von Ferro als Pol der einen Halbkugel nehmen würde. Von dieser Halbkugel wäre beiläufig nur 0·04 der Fläche trocknes Land, während die oceanischen und trocknen Ausbreitungen der andern Hemisphäre beinahe einander gleichen.

I. Kapitel.

Von den Formen *) des festen Landes.

§. 1. Von den Hochebenen.

Die Theile der Erdrinde, welche deren Erhöhungen darstellen, heißen einzeln: Berge, Hügel, Landrücken, Halbinseln, Landzungen... und in ihrer Gesammtheit Gebirge, Hochebenen oder Hochländer....

Die Höhe dieser wird stets von der senkrechten Richtung vom Scheitel bis zur Basis genommen; sie heißt relative Höhe, wenn man den Unterschied der Höhenlagen zweier Punkte des Landes nimmt, absolute dagegen, wenn sie vom Spiegel des Meeres aus gemessen wird.

Spitzberge, domförmige Berge, Tafelberge....

Die größten Hochebenen finden sich natürlich im Innern der Continente, z. B. Dhawalagiri, dessen Höhe = 25000 P. Fuß, Chimboraço, dessen Höhe = 20000 P. Fuß.

§. 2. Von den Tiefländern.

Die nichtwasserbedeckten Theile der Erdrinde, welche im Gegensatz zu den Hochebenen die Vertiefungen darstellen, heißen Tiefländer.

Die Tiefländer sind selten im Innern der Continente, und nehmen einen größern Raum ein als die Hochebenen; sie

*) Scharfe Grenzen lassen sich für die angenommenen drei Hauptformen nicht setzen.

ziehen sich meistens von den Küsten aus mehr oder weniger lang gegen das Innere.

Es finden sich Tiefländer, die unter die Fläche des Meeres hinabgehen — natürlich können diese nicht mit dem Meere in Verbindung stehen —.

§. 3. Stufenländer.

Die Uebergänge von den Hochebenen zu den Tiefländern und v. v., welche selten plötzlich gebildet werden, machen die Stufenländer.

Die Stufenländer zeigen viel mehr Mannigfaltigkeit, als die beiden andern Formen.

Paßhöhe, Sattel, Ausgang, Schlucht, Kesselthal....

Die Stufenländer sind in Summa dem organischen Leben, der Cultur... günstiger, als die Tiefländer und Hochebenen.

II. Kapitel.

Von den Flüssigkeiten, welche den Erdkörper umgeben.

I. Art. Von den tropfbaren Flüssigkeiten, welche die Erde umgeben.

I. Artikel. Vom Ocean oder von den Erdmeeren.

§. 1. Theile des Oceans oder Scheidung der Erdmeere.

Der bei weitem größere Theil des Wassers, welches auf der Erde ist, bildet die Erdmeere; sie hängen alle unter sich zusammen, und zwar durch solche Verbindungsglieder, daß

nur große Willkühr in Stand zu setzen vermag, sie von einander abzugrenzen, und ihren Umfang danach zu bestimmen. Doch gewöhnlich werden sie eingetheilt: — *)

1) in den großen Ocean, auch das stille Meer genannt,
2) in den indischen Ocean,
3) in den atlantischen Ocean, und
4) in die beiden Polarmeere (Eismeere).

§. 2. Eigenschaften des Wassers der Erdmeere.

1) Die Tiefe des Meeres ist wie die Höhe des Festlandes sehr verschieden; 15000 Fuß dürfte sie schwerlich irgendwo überschreiten.

Wegen des Druckes auf das Senkblei ist es schwierig bedeutende Tiefen zu messen.

2) Das Wasser des Meeres, wie höchst wahrscheinlich ursprünglich alles Wasser, enthält Salz beigemischt, ist von größerer Dichte und Tragkraft als das Flußwasser, schmeckt bitter, fault leicht, und wird nur durch Destillation trinkbar.

Nicht blos Chlornatrium, sondern auch andere Körper sind oft im Meerwasser aufgelöst.

3) die Temperatur des Meeres ist viel gleichförmiger als die des Landes; die Wechsel der Tages- und Jahres-Zeiten entziffern für das Meer nur $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ von denjenigen, welche

---

*) Die einzelnen Erdmeere erörtert weitläufiger jede gute Geographie.

für die Continente stattfinden, und ähnliches gilt auch für den Unterschied der Klimata. Am Aequator hat das Meerwasser Jahr aus Jahr ein eine Temperatur von 21 bis 22° R., und kaum wird ein Unterschied in den Nächten wahrgenommen; in den gemäßigten Zonen ist die mittlere Temperatur des Meeres der des Landes nahe gleich, aber im Winter ist selbes viel wärmer, im Sommer viel kühler als das Land; in den kalten Zonen ist das Meer fast beständig wärmer, als das feste Land, und es bleibt das Wasser bis nahe an die Pole flüssig, während auf dem Lande starrender Frost herrscht.

Bis jetzt ist Parry dem nördlichen Pol am nächsten gekommen; er drang vor bis 82°41′ nördlicher Breite.

Aus bekannten Gründen (p. 34) muß das Wasser bei 3° R. überall die unterste Stelle einnehmen, daher kann, wenn das Zuströmen aus geringen Breiten ungehemmt ist, das Meer nicht bis auf den Grund gefrieren.

4) Die Farbe des Meerwassers in großen Massen ist bei reflektirtem *) Lichte grünlichblau, wird aber durch Pflanzen, Erdtheile... bisweilen roth, gelb... gefärbt; manchmal erscheint es auch durchsichtig.

Ein eigenthümliches Phänomen ist das Leuchten des Meeres, welches seine Ursache hat theils im elektrischen Schimmer der vom reibenden Schiffe gezogenen Furchen, theils in den im Wasser vorhandenen faulenden, phosphorescirenden Substanzen....

---

*) Halley bestättigte, daß das Wasser die blauen und grünen Lichtstrahlen zurückwirft, die rothen dagegen durchläßt.

§. 3. Von den Bewegungen des Meeres.

I. Von den Strömungen des Meeres.

In den wärmern Gegenden verdünstet durch die große Hitze das Meerwasser ziemlich schnell, erhält dann von den Polen her wieder Zufluß, und hiedurch — dann noch durch die Winde und vorzüglich durch die Rotation [120]) der Erde — entstehen Strömungen in den Meerwassern. Die wichtigsten Strömungen sind:

1) die von den beiden Polen gegen den Aequator gerichteten (Polströme),
2) der von Afrika's vorgestreckten Küsten gegen die zurückgebogenen Amerika's im westindischen und mexikanischen Golf gehende, und von den entgegenstehenden Küsten nach Norden und Nordosten gezwungene Golfstrom, und

---

[120]) Die durch die Rotation der Erde hervorgebrachte Einwirkung auf die Strömung ist leicht zu erkennen. Man denke sich ein Wassertheilchen ($=m$), welches aus einer bestimmten Breite β in der Richtung von einem Pol gegen den Aequator geht, und eine andere Breite β' erreicht. Dieses hat offenbar in β die Rotationsgeschwindigkeit $= m \cdot \cos\beta$, und trifft in β' die Geschwindigkeit $= m \cos\beta'$. Es ist aber $\cos\beta' > \cos\beta$. Es wird also in β' mit einer Geschwindigkeit $= m\ (\cos\beta' - \cos\beta)$ der Rotation entgegen laufen. Diese von O nach W strebende Bewegung —, durch das entgegentretende Hemmniß letztlich ein Zurückbleiben —, und der von einem Pol gegen den Aequator gerichtete Lauf machen eine zusammengesetzte Bewegung.

3) die Ströme in das mittelländische Meer, nämlich der nach Osten gehende vom atlantischen Meer, und der aus dem schwarzen Meer durch den Bosporus kommende.

II. Von der Ebbe und Fluth.

Eine höchst merkwürdige Bewegung des Meeres ist seine Ebbe und Fluth (sein Gezeiten). Es besteht in einem periodischen Steigen und Fallen, aus einem regelmäßigen Pulsiren des Meeres, welches sich sowohl der Zeit, als auch annäherungsweise der Quantität nach vorausberechnen läßt.

Die Zeit des Steigens beträgt gewöhnlich $3\frac{1}{2}$ Stunde, die des Fallens 9 Stunden, beide zusammen also im Durchschnitt 12 h 24·75′ oder die Hälfte der Zeit, welche der Mond von einer Culmination zur andern braucht.

Nach der Zu- und Abnahme des Mondes verzögert und beschleunigt sich die Fluth etwas. In den Zeiten des Vollmondes und Neumondes ist sie stärker, als in dem ersten und letzten Viertel....

Die Fluth, welche entsteht, wenn Sonne und Mond zugleich auf derselben Seite durch den Meridian gehen, heißt Springfluth, und ist sehr stark.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, und läßt sich leicht erklären, daß und wie die Nachbarschaft des Mondes die wahre Ursache [121]) der Ebbe und Fluth sei.

---

[121]) Seiner Ursache nach gehört das Phänomen der Ebbe und Fluth zu den Erscheinungen, welche die Astronomen Störungen nennen, und ist der Evection des Mondes am nächsten. Es kann aber in der Astronomie nachgewiesen

II. Artikel. Von den Binnenwassern.

§. 1. Eintheilung der Binnenwasser.

Will man die beständigen Gewässer auf dem festen Lande, d. h. diejenigen, welche nicht durch zufällige Ursachen: Ueberschwemmungen, Regengüsse.... entstehen, betrachten, so kann man sie eintheilen:

1) in stehende { a) Seen b) Teiche u. c) Sümpfe | α) die weder Zu= noch Abfluß haben — stagnirende Steppenseen — β) mit Zu= aber ohne Abfluß, γ) mit Zu= und Abfluß; und

2) in fließende { a) in Bäche, b) in Flüsse, und c) in Ströme.

§. 2. Von den Quellen der Binnenwasser.

1) Alle Gewässer auf dem Lande haben ihre Entstehungspunkte in den Quellen.

2) Die Quellen machen unter den Gewässern eine merkwürdige Erscheinung

I. in so fern durch ihren Betrag die Gewässer auf dem Lande gespeist werden, und

II. in so fern ihr Wasser gewisse Eigenheiten hat.

---

werden, daß störende Wirkungen (=Anziehungsdifferenzen) sich verhalten, wie die störenden Massen gerade, und wie die Kuben ihrer Abstände indirekt. Die Größe der Wirkung von der Sonne und vom Monde ist somit leicht zu berechnen.

ad I. Die Quellen, durch welche die Gewässer auf dem Lande gespeist werden, brechen aus der Erde hervor, und fließen beständig mit ziemlich gleicher Stärke, obwohl man in der Erde selber auf keinen Wasservorrath kommen kann, aus dem sie ihren Zufluß erhalten. Sie sind daher etwas räthselhaft, und man hat mancherlei Hypothesen aufgestellt, woher das Wasser in ihnen komme. Erklärend ist, daß die Flüssigkeit des Regens, des Thaues, des Nebels... durch die Zwischenräume des Erdreichs dringt, in sehr engen Kanälen fortgeht, und irgendwo angehäuft sich einen Ausweg macht; ist dieser Weg einmal gebahnt, so ist das Nachziehen für die folgende Flüssigkeit ohne Schwierigkeit. Man findet daher überhaupt die Quellen an Orten, die noch einen höherliegenden Boden über sich haben. Bei anhaltender Dürre werden sie wasserarmer oder vertrocknen ganz, und geben nach Regen, Thau .. wieder reichlicher Wasser. (Hungerquellen und intermittirende Quellen).

In Bergwerken und Höhlen tröpfelt das Wasser immer von oben herab.

In ebenen Gegenden kann man sich öfters durch Graben Quellen verschaffen (— artesische Brunnen —); man kann auch den Lauf einer Quelle durch Graben stören.

ad II. Manche Quellen, die eine Menge erdiger Stoffe aufgelöst enthalten, lassen beim Hervorquellen, nachdem sie einen Theil ihrer Luft verloren, diese Stoffe fallen. Diese bilden sich öfters zu festen Steinmassen, und geben Sinter, Tropfsteine, Versteinerungen von Vegetabilien...

Einige Quellen zeigen durch die in ihnen vorfindlichen Stoffe gewisse Heilkräfte, und werden mit dem allgemeinen Namen Gesundheitsbrunnen oder Mineralquellen bezeichnet. Ihre Wirksamkeit ist abhängig von der verschiedenen Art und von der Menge der in ihnen aufgelösten Stoffe. Bemerkt muß werden, daß diese verschiedene Tem-

peraturen haben können: die meisten kommen kalt aus der Erde hervor, manche aber warm, und einige fast kochend heiß. Die letzteren, deren Erhitzungsart noch nicht erklärt ist, sind im Urgebirge anzutreffen, und manchmal zeigen sich in ihrer Nähe vulkanische Thätigkeiten.

Von hoher Wichtigkeit und Nützlichkeit für den Menschen sind die Quellen, welche Chlornatrium oder Kochsalz aufgelöst enthalten, die Salzquellen mit den Soolen.

II. Art. Von der ausdehnsamen Flüssigkeit, welche die Erde umgibt.

I. Artikel. Atmosphärographie.

§. 1. Haupteigenschaften der atmosphärischen Luft.

Die Luft oder atmosphärische Luft, welche unser Erdsphäroid allenthalben umfließt, und das Festland mit dem Ocean wie eine Schale einschließt,

besteht aus Sauerstoff, Stickstoff, kohlensaurem Gas und Wasserdünsten (p. 67),

ist schwer (p. 152), und der Druck, den sie ausübt, wird durch das Barometer gemessen (p. 153),

hat eine von unten nach oben abnehmende Dichte (p. 163),

soll eine Höhe von 10 bis 50 Meilen erreichen,

kann in ihr befindliche Körper tragen (p. 164),

läßt das Licht in dünnen Schichten durch, und erscheint in dichterm Blau.

§. 2. Von den Bewegungen der atmosphärischen Luft.

1) In der atmospärischen Luft treten oft Fluthungen oder Bewegungen auf, welche Winde heißen, und in verschieden temperirten Schichten entstehen können, und zwar:

bald durch mechanische,
bald durch chemische Ursachen.

2) Von den Winden erregt in dem Naturfreunde Aufmerksamkeit

die Geschindigkeit und Stärke[122]), welche das Anemometer anzeigt, und wonach die Winde heißen:

Orkane bei c von 100′,
Sturmwinde bei c von 60—100′,
starke Winde bei c von 40—60′,
mittelmäßige Winde bei c von 12—40′;

die Richtung, welche die Wetterfahnen (=Anemoscope) anzeigen;

der Eintritt und die Dauer, wonach sie

in regelmäßige, { beständige und periodische,
in veränderliche sich scheiden lassen; und

sonstige Beschaffenheiten, welche sich beziehen

auf die Temperatur (kalte, warme, heiße),
auf den Wassergehalt der Luft (trockene, feuchte),
auf ihre Wirkungen, und zwar:
auf die medicinellen, und
" " mechanischen Wirkungen.

II. Artikel. Meteorographie.

§. 1. Meteorographie im engern Sinne.

Die vorzüglichsten in der atmosphärischen Luft auftretenden Naturerscheinungen sind:

---

[122]) Es verhalten sich die Windkräfte, welche zu Windmühlen... benützt werden können, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten, d. h. $P:p=C^2:c^2$.

I. Wasser = Meteore,
II. Feuer = Meteore,
III. Licht = Meteore, und
IV. Elektro = Meteore.

ad I. Wasser = Meteore sind:

1) Thau und Reif,
2) Nebel und Wolken, { Haufenwolken, Streifenwolken, Schichtenwolken,
3) der Regen,
4) der Schnee, und
5) der Hagel.

Der trockne Nebel in heißen Sommern wird Höhenrauch, Heerrauch, auch Heidenrauch genannt.

ad II. Feuer = Meteore sind Irrlichter, Sternschuppen, Meteorsteine.

ad III. Licht = Meteore zeigen:

1) die Morgen = und Abendröthe,
2) das sogenannte Wasserziehen der Sonne,
3) die Strahlenbrechung und Luftspiegelung,
4) die Höfe um Sonne und Mond,
5) die Nebensonnen und Nebenmonde,
6) der Regenbogen, und
7) das Zodiakallicht.

ad IV. Meteore, welche ihren Grund in der Elektricität der Atmosphäre haben, sind:

1) das Elmsfeuer,
2) die Gewitter — Abkühlen der Luft —,
3) Staub = und Wasserhosen, und
4) das Nordlicht.

§. 2. Von der Meteoromantie.

Unter Meteoromantie oder Meteoroscopie versteht man die Kunst, die Witterung vorauszusagen. Obschon man von vielen atmospärischen Erscheinungen die Gründe erforscht hat, so ist man doch bei allem Fleiße der Meteorologen (die sich bei ihren Beobachtungen der Barometer, Hygrometer... bedienen) noch keineswegs dahin gelangt, eine solche Gesetzmäßigkeit unter ihnen selbst, eine Regelmäßigkeit in ihrer Aufeinanderfolge entdeckt zu haben, wie man sie in den Erscheinungen auf dem Gebiete der Astronomie aufgefunden hat.

Es ist nicht zu bezweifeln, daß, da man bei allen einzelnen Meteoren einen bestimmten Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung erkennen kann, auch ein solcher in der Gesammtheit aller Meteore Statt finden müsse. Die uns nahe liegenden Erscheinungen in der Atmosphäre sind nur zu unendlich mannigfaltig und vielfach modificirt, als daß wir zu einem ruhigen Ueberblick über dieselben zu kommen vermögen.

Man hat sich indeß bemüht, wenigstens zu einiger Kenntniß über die zu erwartende Witterung zu gelangen, und in dieser Beziehung auf allerlei Anzeichen Rücksicht genommen. Man beobachtete Anzeichen, aus denen man erkennen wollte:

I. eine erst lange nachher eintretende Witterung, oder
II. eine baldige Veränderung des Wetters.

So wenig wissenschaftlich die meisten dieser Anzeichen sind, so haben sie doch ein großes Interesse, und die regelmäßigen Aufzeichnungen... sind von unverkennbarem, wenn auch nur lokalen Werthe.

ad I. Als allgemeine, aus einer langjährigen Erfahrung abgezogene Regel zur Bestimmung der künftigen Witterung, gelten folgende Sätze:

Auf einen feuchten Herbst und einen milden Winter folgt gemeiniglich ein kaltes und trockenes Frühjahr.

Auf einen nassen Sommer hat man einen strengen Winter zu erwarten; und da feuchte Sommer eine große Fruchtbarkeit des Weisdorns, Fuchsschwanzes... zur Folge haben, so hat man aus der Fruchtbarkeit derselben auf einen strengen Winter geschlossen.

Erscheinen die Kraniche und andere Zugvögel frühzeitig im Herbste zum Abzuge, so ist dieses ein Vorzeichen eines strengen Winters; kommen sie früh im Frühlinge an, so ist baldiges gelindes Wetter zu erwarten.

Singt die Grasmücke eher, als der Weinstock anschlägt, so zeigt solches einen angenehmen warmen Sommer an.

Zeigen sich die Meisen im Herbste frühe in den Gärten oder in Städten, so soll ein früher und kalter Winter erfolgen.

Läßt sich der Guckuk schon im März hören, klappern die Störche um diese Zeit viel, und sieht man häufig wilde Enten, so steht ein schöner Frühling und warmer Sommer in Aussicht.

Wenn die Wespen sich bald gegen den anfangenden Herbst in die Erde verkriechen, so deutet solches auf einen nahen Winter.

Regnet es im Mai häufig, so soll es im September nicht viel regnen, und umgekehrt.

Ein regnerischer Winter kündet ein schlechtes Frühjahr, ein strenger Herbst einen stürmischen Winter an.

Wetterprophezeihungen in den sogenannten Hundert- oder Tausendjährigen-Kalendern können nicht leicht von Gebildeten als zuverläßig angesehen werden.

ad II. Zuverläßiger erscheinen mehrere von den Anzeichen, aus welchen man auf eine baldige Veränderung des Wetters schließt; und diese sind genommen:

1) aus dem Verhalten irdischer Naturkörper, und

2) aus Erscheinungen in der Atmospäre.

ad 1. Eine Unzahl von Erscheinungen, aus welchen man Wetterregeln abfolgerte, wurden beobachtet

a) sowohl an lebendigen Naturkörpern,

b) als an nicht lebendigen.

a) Lebendige Wetterpropheten.

Vorzüglich bedient man sich des Blutegels als eines Barometers, und empfiehlt dazu folgendes Verfahren: Man bringt einige derselben in ein 8 Unzenglas (16 Loth Wasser haltendes Glas), und füllt solches $\frac{2}{3}$ hoch mit Quellwasser (von 10—12° R.), wobei man den Boden desselben zugleich mit weißem Sand oder Moor bedeckt. Da die Blutegel nur durch Ausschwitzen entleeren, und die dabei von ihnen gehende Materie ihren Körper wie eine Haut umgibt, so würde dieselbe bald die Hautporen verstopfen, und so für das Thier tödtlich werden, wenn man nicht Sand beigeben würde, an welchem es diese Hülle abreiben kann, die abgelöst im (alle Wochen zu arneuernden) Wasser herumschwimmt. Liegen die Thiere am Boden des Glases still, ausgestreckt oder gewunden, so zeigt dieses im Sommer helles und schönes Wetter an, im Winter hingegen trockene Kälte; sind sie unruhig, so deutet dieses auf Wind. Zieht sich der Blutegel nach oben, so entsteht Regen, oder im Winter Schnee; ist er in starker Bewegung, und setzt er sich außerhalb ans Glas, so deutet dies auf eine ungestüme Witterung, oder es ist ein Gewitter im Anzuge.

Auch des Laubfrosches bedient man sich in eben dieser Absicht. Man bringt ihn in ein geräumiges Glas (z. B.

in ein Zuckerglas), füllt solches beinahe bis zur Hälfte mit Wasser, und stellt eine kleine Leiter oder einen kleinen Stuhl darein, der aber über dem Wasser hervorragen muß, und bedeckt das Glas mit einem durchlöcherten Deckel, damit die freie Luft auf den Gefangenen wirken kann. Je reiner und heiterer, folglich je elastischer die Luft ist, desto behaglicher fühlt sich das Thier, und sitzt ruhig auf seiner Bank, oder klebt am Glase; sobald aber die Luft an ihrer Elasticität verliert, so wird er unruhig, gibt seine Aengstlichkeit durch langes Schreien zu erkennen, und nimmt zuletzt seine Zuflucht dahin, wo er sich gegen die Einwirkungen geschützt sieht, — er springt ins Wasser. Bei lange andauernden Regen bleibt er beständig in demselben, streckt ängstlich seine Füße aus und scheint convulsivische Zufälle zu bekommen. Nur mit einer in das Glas gelassenen Fliege, nach der er hungernd gierig hascht, kann man ihn auf einige Augenblicke aus seinem Versteck hervorlocken.

Unter den Fischen dienen als Wetterpropheten das chinesische Goldfischen und der Schlammbeißer. Man bringt ein solches Thier in eine mit Fluß- oder Regenwasser gefüllte bauchigte Flasche, welche zugleich ein wenig Sand oder Erde enthält. In diesem Behältnisse wird der Fisch circa 24 Stunden vor dem Eintritte eines Sturms oder Gewitters unruhig, trübt das Wasser und steigt in demselben auf und ab; bei stiller Witterung verhält er sich ruhig auf dem Boden liegend. Wenn man einem solchen Fischlein wochentlich im Winter einmal, und im Sommer zweimal nur frisches Wasser und frischen Sand gibt, so wird solches mehrere Jahre als Wetteranzeiger dienen.

Ein gewisses instinctmäßiges Benehmen der Spinne ist auch in die Reihe der Wetterprophezeiungskünste aufgenommen worden.

Beobachtungen älterer und neuer Botaniker bestätigen, daß verschiedene Pflanzen die Witterung nicht nur auf einzelne Tage, sondern sogar auf Jahreszeiten zum voraus anzeigen.

b) Nicht lebendige Wetterpropheten.

Der Witterungsvorzeichen an unorganischen und unbelebten Körpern gibt es eine unzählige Menge. Hier einige. Zeichen eines bevorstehenden Regens sind: wenn das Holz anfängt aufzuschwellen, die Steine naß werden, das Eisen zu schwitzen scheint; ebenso, wenn die Saiten an musikalischen Instrumenten springen, wenn das Kochsalz von der Luft feucht wird, wenn sich um die Lichtflamme eine Art Nebelhülle zeigt, wenn die Abtritte nach Schwefelwasserstoffgas riechen, wenn die Teiche trüb und schmutzig werden....

ad 2. Die Wolken sind Vorzeichen des Regens, wenn sie sich anhäufen und wie Felsen und Berge über eiander sich ansammeln; wenn aber solche an den Spitzen der Berge sich ansetzen, so folgt gewöhnlich rauhe Witterung. Schnelles Entstehen und wieder Verschwinden der Wolken an schönen Tagen, macht die Dauer eines heitern Wetters verdächtig. Die „Schäfchen", d. h. kleine, weiße, in Haufen gesammelte Wolken, künden freundliches Wetter an. Geht die Sonne mitten unter rothen Wolken unter, so darf man heitere Witterung erwarten; eine Morgenröthe wird als Vorbote eines regnerischen Tages angesehen. Hat der Mond ein blasses Licht, so zeigt dieses auf Regen. Sind die Mondflecken sehr sichtbar, hat der Mond in der Opposition einen glänzenden Umkreis, so deutet dieses auf heitere Witterung. Nicht nur aus dem Erscheinen der Nebel, des Höhenrauches, Regenbogen, Wetterleuchten, sondern auch aus dem Nordlicht, aus den Sternschnuppen, aus heiterer oder trüber Witterung an gewissen Tagen... will man zukünftige Witterung vorerkennen.

II. Hauptstück.

Von den Produkten der Erde.

Die Produkte der Erde sind nach Gottes Befehl:
Pflanzen (Gens. 1, 11), und
Thiere (Gens. 1, 20. 24).

I. Kapitel.

Botanische Geographie.

§. 1. Begriff von der botanischen Geographie.

Pflanzengeographie nennt man die Kenntniß der Gesetze, nach welchen die Vegetabilien auf der Erdoberfläche vertheilt erscheinen.

Sie zerfallt in zwei Theile:

in den einen Theil, welcher rein geographisch ist, und welcher hier in Betracht zu ziehen ist, und

in den angewandten, welchem (auf den reinen gestützt) die Pflanzenkultur, die Acclimationsversuche zum Gegenstande gegeben sind, und welcher somit in der physischen Geographie nicht den Ort der weitern Erörterung hat.

Wenn man die Pflanze als Objekt, und ihre Verhältnisse zur Erde als Beschaffenheit hinnimmt, so bildet man die Geographie der Pflanzen, die geographische Gewächskunde oder die Lehre von den örtlichen Verhältnissen der Pflanzen, welche das II. Bändchen in der Botanik bespricht; wenn man hingegen die Erde als Objekt, und die Vegetation als Beschaffenheit betrachtet, so hat man die botanische Geographie, welche die Vegetationsverschieden-

heit in den verschiedenen Gegenden der Erdoberflöche nachweiset, und der physikalischen Geographie angehört.

§. 2. Geographische Punkte zum Leben der Pflanzen.

1) Das Leben der Pflanzen ist an die Oberfläche der Erde gebunden, welche natürlich den verschiedenen Pflanzen nur an Punkten von verschiedener Breite angemessene Plätze zum Fortkommen darbietet, je nachdem ihre Theile dem Aequator bald näher, bald ferner liegen, bald mehr, bald weniger hoch über dem Meeresspiegel gesetzt sind, bald aus diesen, bald aus jenen Bestandtheilen bestehen. Das natürliche Leben der verschiedenen Pflanzen hängt somit von mannigfaltigen Zuständen der Erdoberfläche ab. Wärme, Licht, Feuchtigkeit... begünstigen die Vegetation.

2) In der geographischen Gewächskunde hat man ins Auge zu fassen*): das Vorkommen der Pflanzen (statio), auf welchem Boden sie lieber wachsen, ob auf trocknem, feuchtem, ob auf Thon, Sand...; die Verbreitung, welche von zweierlei Art ist, nämlich die Verbreitung nach Längen- und Breitenzonen (Bezirk = extensio), und die Vertikalausdehnung, die Erhebung über's Meer, welche bei einem bestimmten Grad Region heißt. Beide Arten müssen unterschieden werden, indem eine kleine Temperatursphäre viel weiter reicht, als vertikal.

---

*) Die Verbreitung und das Vorkommen wird weiter besprechen die Botanik, welche die Pflanzen kennen lehrt.

II. Kapitel.

Zoologische Geographie. *)

§. 1. Begriff und Aufgabe der zoologischen Geographie.

Die zoologische Geographie gibt die Wohnplätze des animalischen Lebens an, und beschäftigt sich mit der Erforschung der Gesetze, nach denen die verschiedenen Thiere über die Erde verbreitet sind.

Die zoologische Geographie sucht die Frage zu beantworten: Durch welche Ordnungen, Familien, Geschlechter ꝛc. der verschiedenen Thierklassen ist jeder der größern Theile der Landfläche und des Oceans charakterisirt? Wie sind die Thiere einer jeden Klasse oder in den verschiedenen Zonen und Regionen der Erde verbreitet?

§. 2. Gesetz, nach welchem die Thiere der Erde natürlich verbreitet erscheinen.

Der Flora in der vegetabilischen Welt entspricht überhaupt Fauna in der animalischen.

Nimmt man Rücksicht auf die einzelnen Zonen, so läßt sich Folgendes aussprechen:

1) Unter den Tropen leben von den Landthieren die größten und schönsten (z. B. der Elephant, das Zebra...), aber auch die grimmigsten und gefährlichsten (z. B. Tiger,

---

*) Die Heimaten der Thiere, welche willkührliche Bewegung haben, und nicht an einen Punkt gekettet sind, bezeichnet näher die Zoologie.

der Leopard, die Hyäne...). Die zahllosen Vögel dieser Zone (z. B. Pfau, Strauß, Paradiesvogel...) sind mit dem prachtvollsten Gefieder geschückt. Die Tropen-Gewässer sind von den Thieren eben so zahlreich bewohnt, als die Tropen-Länder. Hier stricht der fliegende Fisch durch die Luft; der gefräßige Hay hat hier, als wie das Krokodill, seine Wohnung.

2) Entfernt man sich von den Tropen, durch die gemäßigten gegen die kalten Zonen schreitend, so sieht man im Thierreiche ein Abnehmen an Zahl, Größe und Wildheit. Die temporirte Zone ist aber die Heimath der nützlichsten Hausthiere. Das vielseitig nützliche Rind, das Kleid und Nahrung reichende Schaaf... sind hier zu Hause, gleichwie der kunstreiche Biber, der diese Zone charakerisirt. In diesem Gürtel schallt der harmonische Gesang der Luftbewohner. Den Gewässern entnimmt der Mensch vorzüglich in diesem Gürtel die Fische zur Nahrung...

3) In der kalten nördlichen *) Zone zeigt sich eine sehr große Eigenthümlichkeit in der spärlichen Vegetation. Es leben daher hier nur wenige Thiere. Das Land bewohnen das höchst nützliche Rennthier, das Hermelin und der Zobel; der weiße Bär und Eisfuchs treiben sich auf dem festen Wasser wie auf dem Lande umher.

---

*) Von der südlichen Zone ist wenig anzugeben.

II. Abschnitt.

Physische Kosmographie oder von der physischen*) Beschaffenheit der Himmelskörper außer unserer Erde.

§. 1. Physische Eigenschaften der Sonne.

1) Die Masse der Sonne, welche an dem ihrer Natur würdigen Ort majestätisch thront, ist nach den neuesten Berechnungen [123]) 355499 mal größer, als die der Erde. Da-

---

*) Alle Freunde der Astronomie bekennen, daß Unbezweifelbares in Rücksicht auf die physische Beschaffenheit von dem außer der Erde liegenden Himmelskörper so lange nicht zur Befriedigung der menschlichen Wißbegierde mitgetheilt werden kann, bis Uebergangsbrücken von dem von uns bewohnten Globus zu den übrigen in den Weltraum rollenden Körpern geschlagen sind. Von der größern Summe der schreibenden Astronomen wird mit Bescheidenheit in allen physischen Angaben von fernen Himmelskörpern voranbemerkt, daß nur Hypothesen mitgetheilt werden wollen, welche sogleich zurücktreten müssen, wenn Besseres gegeben wird.

[123]) Da sich die Gravitationskräfte umgekehrt wie die Quadrate der Distanzen verhalten, und da die Entfernung eines Körpers auf der Oberfläche der Erde (wo die Gravitation = 31·03′ ist) einem Halbmesser gleich ist, und die mittlere Entfernung von der Sonne 24043 Erdhalbmesser beträgt,

her beträgt (cf. p. 28) die Dichtigkeit der Sonne den 0·252...ten = $\frac{1}{4}$ten Theil von der Dichte des Erdkörpers.

2) Wohl verpflanzt die Sonne durch ihr wohlthätiges Wirken wie eine Glocke ihren Schall nach allen Richtungen in ihrem Gebiete. Sie ist aber nicht wirkliches Feuer, aus welchem die feinsten Theile herabströmen, wie die ältern Astronomen gemeint haben mögen; ihre wahre feste Oberfläche ist höchst wahrscheinlich nicht einmal selbstleuchtend, sondern wie die Planeten und der Monde an sich dunkel. Die Licht und Wärme verbreitende Macht ist in der sie umgebenden Photosphäre, welche eine sehr bedeutende Höhe hat.

Von der uns sichtbaren Oberfläche, welche vielmals ein marmorirtes, griessandiges Ansehen gewährt, kann nichts Zuverlässiges angegeben werden; eben so wenig läßt sich zuversichtlich beschreiben das Wesen der Sonnenflecken. Die Himmelsbeobachter messen sie zwar, und schätzen eine Bogensekunde in mittlerer Entfernung auf 100 geographische Meilen, so daß sie für einen Flecken von 1·5° bis 2° ein Diameter von 10000 geographischen Meilen treffen kann, aber sie wollen sie nicht näher beschreiben (sie sind nicht Rauch, nicht Schlackenmassen), und nur von wenigen wird geglaubt, daß sie Einfluß auf die Witterung auf unserer Erde haben.

3) In Rücksicht auf die Organismen auf der Sonne sagt Mädler: „K e i n e i n z i g e s o r g a n i s c h e s W e s e n a u f

---

so hat man (aus $g' : 31{\cdot}03 = 1^2 : 24043^2$), weil bekannt ist, daß die Zugkräfte sich verhalten wie die Massen (und weil die Größe der Anziehung der Sonne aus der Distanz und der Umlaufszeit der Erde sich = 0·0192 ergibt):

$$\text{M.} ♁ : \text{M.} \odot = \frac{31{\cdot}03}{578085849} : 0{\cdot}0192 = 1 : 355499.$$

der Oberfläche der Sonne kann einem auf unserer Erde in physischer Beziehung ähnlich seyn."*)

§. 2. Physische Eigenschaften von den Planeten unsers Sonnensystems.

I. Von den Planeten im engern Sinne.

a) Von den untern Planeten.

1) Merkur ist in den beiden Durchgängen 1832 und 1835 sorgfältig beobachtet worden. Seine Masse verhält sich zu der der Erde wie 10 zu 137. Er hat Berge von ungeheuerer Höhe. Er ist von einer Atmosphäre und von Wolken so umhüllt, daß uns selten sein Kern sichtbar wird. Man erkennt ihn an seiner hellweißen Farbe und an seinem intensiven Licht, welches durch gute Fernröhre betrachtet, selbst das Auge blendet. Dem unbewaffneten Auge ist es schwierig, ihn aufzufinden; mit Telescopen kann man ihn aber mit der kulminirenden Sonne sehen. Bei den Durchgängen, von denen die nächsten treffen:

9. Nov. 1848; 4. Nov. 1868; 7. Nov. 1881; 10. Nov. 1894;
11. „ 1861; 6. Mai 1878; 9. Mai 1891; 4. „ 1901;

erscheint er als pechschwarzer, scharfbegrenzter Kreis.

---

*) Mädler gründet diesen Satz auf die Ueberzeugung, daß die Schwerkraft an der Oberfläche der Sonne 28·36 mal größer, als an der Oberfläche der Erde sei. Die Forderung ist vollkommen verstandgemäß, daß derjenige, der über die lebenden Wesen auf den Himmelskörpern Hypothesen aufstellt, alle möglichen Bedingungen der Physik berücksichtigen soll.

2) Die Masse der Venus ist noch nicht genau bekannt; sie soll um ein sehr Geringes größer sein, als die der Erde. Nach den neuesten Beobachtungen hat sie gebirgige Ungleichheiten, welche nach Schröter 3 bis 5 Meilen hoch sein sollen. Daß sie eine Atmosphäre umschließe, erschließt man aus dem, weil die Intensität ihres Lichtes hinter der Rechnung zurückbleibt. Doch ihres Lichtglanzes wegen ist sie berühmt, und wurde wegen solchem schon bei den Alten (Iliad 10, 318) Kallistos, d. i. die Schönste genannt.

Ueber den vermeintlichen Mond der Venus, welchen Friedrich II. zu Ehren seines gelehrten Freundes d'Alembert genannt haben wollte, ist seit längerer Zeit alles stille.

Obwohl der Mond von der Erde nur gegen 60 Erdhalbmesser entfernt ist, so wissen wir über seine physische Beschaffenheit doch noch wenig.

Nach den neuesten Rechnungen ist die Masse des Mondes $\frac{1}{81}$ der Erdmasse; daher beträgt die Dichte 0·61 von der Dichte der Erde, oder die dreifache unsers Wassers.

Auf der Oberfläche des Mondes sieht schon das unbewaffnete Auge beträchtliche gebirgige Ungleichheiten, und eine nicht geringe Anzahl schroff abstürzender, kesselförmiger Tiefen. Von den Selenographen wurde die Oberfläche unsers Trabanten gezeichnet und beschrieben. Das Vorhandensein von Flüssigkeiten, wie wir sie auf der Erde haben (nämlich atmosphärische Luft und Gewässer), ist für die Oberfläche des Mondes nicht nur nicht nachgewiesen, sondern auf physische Gründe hin in starken Zweifel zu ziehen.

Aus der grünen Farbe, welche an der Mondoberfläche erscheint, kann durchaus nicht bewiesen werden, daß Vegeta-

bilien (den Erdpflanzen vergleichbar) auf unsern Nebenplaneten vorhanden seien.

Nimmt man an, daß der Mond von animalischen Wesen bewohnt sei, so läßt sich auf physische Gründe hin behaupten: Die Mondbewohner müssen ihrem Aufenthaltsort entsprechende Organisationen haben.

Uebrigens ist dem, dem die Größe Gottes unermeßlich ist, nichts schwieriger anzunehmen, als der aus menschlichem Egoismus hervorgegangene Gedanke: Die Erde allein hat Bewohner! „Wo nur Bahnen möglich waren, da rollen Weltkörper; und wo nur Wesen sich glücklich fühlen konnen, da walten Wesen.“ Wie kann es auch anders sein! Die Welt ist eine Offenbarung und ein Abdruck aller göttlichen Vollkommenheiten, untadelhaftes Werk eines ewig wirksamen Schöpfers, der die selbstständige Quelle alles Lebens ist. Wird nicht schon daher die belebte Natur der höchste Zweck alles Dasein's der Körperwelt! und soll es wohl irgendwo eine Gegend derselben geben können, wo sich jene erhabenen Eigenschaften des höchsten Wesens nicht durch Leben, Wirksamkeit und Frohsinn in den Geschöpfen verherrlichten? Im Tropfen Wasser wimmelt eine erstaunliche Menge Würmer, und der Staub ist bevölkert; die großen Weltkörper aber jenseits der Erde sollen keine lebenden Wesen tragen? Gewiß steigen aus jenen unermeßlichen Gefilden Dank- und Jubel-Lieder (aber nicht mechanisch wie vieler Menschen Chorgebet) zum Throne des allgemeinen Weltbeherrschers, der die ewig gleiche Liebe ist! *)

*) „Die Sterne sind vielleicht ein Sitz verklärter Geister,
Wie hier das Laster herrscht, ist dort die Tugend Meister!“

b) Von den obern Planeten.

1) Mars ist in Bezug auf seine Masse und Bahn (obwohl letztere [cf. p. 388] in der Astronomie die vortrefflichsten Dienste leistete) unter allen Planeten jetzt am wenigsten bedacht; er wurde aber so anhaltend, als die übrigen beobachtet. Mann erkennt ihn sehr leicht an seiner trübrothen Farbe, welche der des mattglühenden Eisens nicht unähnlich ist. Mit guten Fernröhren hat man auf seiner Oberfläche mehrere röthliche und grünliche Flecken wahrgenommen, von denen die erstern vielleicht das feste Land, und die letztern die Gewässer sind. Mars dürfte mit unserer Erde auf gleichem Grad der Temperatur stehen; die weißen Bedeckungen an beiden Polen können Polareis sein: denn sie werden kleiner, und wachsen auf ähnliche Weise, wie auf dem Erdsphäroid die Eisberge ab- und zunehmen. Geht das Schmelzen des Schnees auf Mars wirklich schneller vor sich, als auf der Erde, so ist dieses wieder ein deutlicher Beweis, daß die Wärme eines Planeten nicht allein abhängig ist von der Nähe der Sonne.

2) Ueber das Wesen der Asteroiden oder Planetoiden, welche alle (eine besondere Gruppe zwischen Mars und Jupiter bildend) im laufenden Jahrhundert entdeckt wurden, nämlich über

Ceres am 1. Jan. 1801 von Piazzi zu Palermo,
Pallas am 28. März 1802 von Olbers in Bremen,
Juno am 1. Sept. 1804 von Harting in Lilienthal,
Vesta am 29 März 1807 von Olbers, und
Asträa am 8. Dezbr. 1845 von Hencke zu Driesen,

hat sich noch keine feste Ansicht gebildet; großentheils werden sie als Trümmer eines größern Planeten angesehen, dessen Vorhandensein in der Gegend, wo sie sich fanden, schon früher (von Bode 1772) vermuthet worden. — Lamont's Bestimmung des Pallasdurchmessers umfaßt das Hauptsächlichste, was über das Wesen dieser Körper sicher bekannt ist.

3) Nach den Beobachtungen der neuesten Zeit hätten 1048 oder 1050 Jupiterkugeln das Gewicht einer Sonnenkugel; die durchschnittliche Dichte Jupiters ist also 0·239, und dürfte an der Oberfläche der des Nußbaum oder Erlenholzes gleichkommen. Seine Oberfläche ist von mehreren, dem Aequator parallelen, Streifen umgeben. Die Atmosphäre ist außerordentlich hoch und dicht.

4) Saturn mag 100·4 mal schwerer als unsere Erde sein. Seine Dichte (= 0·125) ist der des Tannenholzes gleich zu setzen, weil sein Volumen das von der Erde 772 mal in sich schließt. Er scheint noch ganz von tropfbarer Flüssigkeit umgeben zu sein. Seine Abplattung und Gestalt bleibt immer großen Veränderungen unterworfen. Merkwürdige Eigenthümlichkeit des Saturn sind die ihn concentrisch umgebenden, sehr breiten und dabei sehr dünnen Ringe.

5) Uranus Masse mag 14·4 Erdmassen betragen, seine Dichte ist somit = 0·1756. Dieser Planet scheint seinem Urzustande noch sehr nahe zu sein. Auf ihm werden weder Flecken, noch Ringe, noch Streifen wahrgenommen, wie auf andern Planeten. Seine flüssige Umhüllung ist ungemein hoch, und fortwährenden Expansionen und Contractionen unterworfen. Im ersten Falle erscheint er mit mattem Lichte, dann aber wieder heller und scharf begrenzt, aber auch kleiner.

6) Ist von der physischen Beschaffenheit des vorhergehenden Planeten schon wenig anzugeben, da diesen die Himmelskundigen doch schon über 66 Jahre kennen, so ist nicht zu erwarten, daß von Neptun, mit dessen Auffinden (durch Dr. Galle in Berlin am 23. Septbr. 1846) das Gebiet unsers Sonnensystems erst neuerlichst um 744 Millionen Meilen erweitert sich zeigte, in physischer Hinsicht jetzt schon Näheres angegeben werden kann. Merkwürdig ist, daß diesen Planeten le Verrier in Paris durch scharfsinnige Combinationen vorausberechnete. Durch einen am 23. Septbr. in Berlin

angekommenen Brief von le Verrier aufgefordert, machte Dr. Galle die Beobachtung, und war so glücklich, ihn zu finden.

II. Von den Kometen.

Von den Kometen ist in physischer Rücksicht außer dem, was oben (p. 392 bis 396) angegeben wurde, noch Folgendes zu bemerken.

1) Die Massen und vorzüglich die Dichtigkeiten der Kometen sind unmerklich klein. Wenn der sogenannte Kern eine starke Dichte hat, so ist sein Volumen sehr gering.

Obwohl die Kometen materiell sind (als immateriell könnten sie den Gesetzen der Schwere nicht folgen), so geben sie doch keine Ursache zu ängstlichen Besorgnissen rücksichtlich des Zusammenpralles mit einem andern Himmelskörper.

Der Schweif (wenn ein solcher vorhanden ist) ist von mannigfacher Gestalt, und großen Veränderungen unterworfen.

2) Die Kometen sind durchsichtig, und bewirken keine Brechung des Lichtes.

Ein Komet vermag aber das Licht zu reflektiren, und ist nicht selbstleuchtend.

3) Nimmt man an, daß die Kometen vielen Veränderungen unterworfen seien, so ist man doch noch nicht gehalten, zu glauben, daß sie einst Planeten werden.

II. Unterabtheilung.

Kosmogonie.

I. Kapitel.

Entstehung des Weltalls.

„Wer half dem Geiste des Herrn,
oder wer war sein Rathgeber und unterwies ihn?"

1) Von jeher hat man versucht, die Entstehung der Welt zu erklären; war, ist und bleibt dieses Bemühen gleichwohl vergeblich, so ist es doch nicht unnütz.

Von allen Kosmogonien, welche von den Hebräern, Griechen, Römern und andern Völkern auf uns kamen, zeichnet sich die mosaische Urkunde aus. Der vollendetste Chemiker und Naturalist, wenn er dieses Buch wegen Autorschaft auch keinem menschlichen Werke vorzieht, muß bekennen, daß alle andere Sage, wenn sie auch noch so scharfsinnig ausgebildet sich zeigt, in Bezug auf die einfache Größe und Kindlichkeit der Genesis zurückstehen muß.

2) Nach Moses ist das All in zwei Hauptperioden geworden:

„Im Anfange (in der ersten Hauptperiode) schuf *) Gott das, aus was die Himmelskörper und die Erde sind. Genes. I. 1—2.

*) Das Schaffen oder Hervorbringen eines Etwas aus Nichts kann dem Ungläubigen nicht bewiesen, und Niemandem näher erklärt werden. Unter denen, welche zu denken vermögen,

Dann hat Er das Universum und die Erde (in mehrern Perioden) organisirt.

§. 1. Von der Bildung der Himmelskörper überhaupt.

Die Bildung des Ganzen ist ein Ergebniß nicht aus zufälligen Begebenheiten, sondern aus den der geschaffenen Materie vom Schöpfer gegebenen eigenthümlichen Kräften. Mit einer doppelten ursprünglichen Kraft, mit der anziehenden und abstoßenden, war die Materie ursprünglich begabt in dem allgemeinen Raum verbreitet, doch keineswegs gleichförmig, sondern hie und da dichter *) oder spezifisch schwerer. In einem solchen Zustand konnte die chaotische Materie nur einen Augenblick lang nach der Schöpfung in Ruhe sein. Wo viele dichte Massen, die bei ihrer eigenen Bildung die Achsendrehung angenommen haben, einander nahe waren, da sammelten sie sich um einen Centralkörper, welcher seine Anziehung umher in die Ferne verbreitete. Ihm näherten sich andere Massen, welche mehr oder weniger dicht als er sein oder werden konnten. Durch die zurückstoßende Kraft wurden diese Massen von der gradlinigen Bewegung abgelenkt und seitwärts getrieben, und daraus entstanden Bewegungen in Wirbeln; aus diesen gingen

---

finden sich jetzt nur sehr wenige, welchen es beliebt, in ihre Glaubensansichten die Meinung aufzunehmen, das Materiale sei wie die Gottheit von Ewigkeit.

*) Die Versuche, zu erklären, wie die Himmelskörper oder wenigstens die Erde früher flüssig waren, und nun fest geworden, haben die Gelehrten in Parteien getheilt, von denen die Vertheidiger der einen Vulkanisten oder Plutonisten, die der andern Neptunisten heißen.

dann, nachdem die verbreiteten Materien sich um Hauptmassen versammelt hatten, die Bewegungen der Trabanten um Planeten, der Planeten um Sonnen, der Sonnen um Centralsonnen... hervor. Die Bewegungen, zu welchen diese Weltkörper durch die vom Schöpfer in der Materie gegebene Kraft veranlaßt wurden, können sie nach den Gesetzen der Trägheit — wenn keine Hindernisse *) auf sie wirken — nicht selbstständig abändern.

§. 2. Von der Bildung und Organisation der Erde.

Denkt man sich das Feste der Erde, und die der Erde beigegebenen Flüssigkeiten (die tropfbare und die ausdehnsame), aber doch beide mitsammen vereinigt im chaotischen Zustand, und nimmt man an, die weitere Ausbildung geschah, wie in folgenden Sätzen (die der Schrift nachgebildet sind) angegeben ist, so wird nicht viel der Wissenschaft unserer Zeit Widersprechendes angenommen sein.

1) Gott hat nach der Trennung des Aethers vom Nichtäther, d. h. nach der ersten Verdichtung der bisher im gas-

---

*) Vermöge der unbedingten Gegenseitigkeit in der anziehenden Wirkung der Körper des Alls, können weder die Bahnen selbst, was Gestalt, Größe und Lage derselben betrifft, unveränderlich, noch auch die Oerter der einzelnen Körper in ihren Bahnflächen genau diejenigen sein, welche sie ohne eine solche Allgemeinheit des Gesetzes der Schwere, blos durch die Wirkung zweier Körper aufeinander sein würden. Es finden sich daher Abänderungen und Ungleichförmigkeiten, welche den sogenannten (verschiedennamigen) Störungen (= Perturbationes) zugeschrieben werden müssen.

artigen Zustande gehaltenen Körper, die Wasser oberhalb und die Wasser unterhalb getrennt, und das Wasser und die Luft in den ihnen eigenen Zustand gebracht. Gen. I. 3—8.

2) Sobald als die Wasser einmal gebildet waren, sammelten sie sich in den Becken der Meere, und nach und nach erhoben sich einige Theile der Continente über das Niveau derselben. Es erschien also das trockene Land, und aus diesem kamen bald organische Körper.

Anfangs sollten blos Pflanzen von der Erde hervorgebracht werden, und diese mit ihrem glänzenden Grün bedecken; dann folgten Bäume den den Zug eröffnenden Vegetabilien. Die riesenmäßige und thätige Vegetation dieser Epoche modificirte und änderte den Zustand der Atmosphäre auf eigenthümliche Weise. Indem sie den Ueberfluß an Kohlensäure, welche darin verbreitet war, verzehrte, machte sie dieselbe reiner, und für das Athmen der Thiere, welche nun bald nachkommen sollten, geeigneter. Gens. I. 9—13.

3) Als nun jene Vegetabilien hervorgebracht waren, nicht nur zur Zierde der Erde, sondern auch zur Nahrung der zahllosen Thiere, welche bald nachkommen sollten, so war zum bessern Gedeihen jener Pflanzen und Bäume ein lebhafteres Lichtschwingen nothwendig (p. 212). Da bereitete *) Gott nun die Körper des Alls, daß sie geeignet waren, Licht auf die Erde zu werfen. So war diese Epoche dazu bestimmt, die optische Wirkung der Himmelskörper, und namentlich die der Sonne und des Mondes einzuführen. Gens. I. 14—19.

---

*) Moses Angaben sind mit den neuesten Theorien der Physiker übereinstimmend. Die Sonne ist ihm nicht die einzige Quelle alles Lichtes und der Wärme. Das Licht von der Sonne und vom Monde mußte natürlich zum erstenmal fast gleichzeitig auf die Erde wirken.

4) Als aber die Sonne auf die Erde leuchtete, aus deren Schooß schon zahlreiche Vegetabilien emporgesproßt waren, so erschienen die Thiere; anfangs kamen die wirbellosen, deren Organisation die einfachste ist, und nach und nach die vollkommneren Arten. Wer soll zweifeln, ob nicht in der That das animalische Leben mit jenen Thierarten begonnen, welche im Schooße der Gewässer leben, und namentlich mit den Zoophyten, Mollusken und den Gliederthieren? Nach diesen Thieren erschienen die Fische und die Wasserreptilien. Die Atmosphäre sollte nicht länger unbewohnt bleiben; es erschienen daher bald leichte Bewohner in ihr. Gens. I. 20—23.

5) Nach dem Worte der Schrift und nach den physischen Fakten, welche nach dieser Schöpfung der Wasserthiere stattfanden, traten endlich auf dem festen Lande die übrigen Arten von Thieren auf; ihre Raçen breiteten sich auf den Continenten nach und nach aus. Gens. I. 24—25.

Alles, was bis zum Schlusse dieser Epoche von Organismen erschienen war, durften die von Gott der Erde gegebenen Kräfte hervorbringen; der Mensch existirte noch nicht. Den Menschen aber, welcher Sinn für die Wunder des Weltalls hat, der die unermeßliche Größe jenes unausdenklichen Wesens, das von Allem Urheber ist, wenigstens in einem Spiegel zu schauen vermag, wollte Der selber machen, Der bisher immer gesprochen: „die Erde bringe hervor!“ Mit der Bildung des Menschen, welcher nach Gottes Bild geschaffen ist, dem alles von der Erde Hervorgebrachte zum Dienste sein soll, wurde das Werk der Bildung auf der Erde vollendet.

II. Kapitel.

Von der Dauer der Weltkörper.

Will Jemand eine der gebildeten Vernunft angemessene Meinung auch über die Dauer der Weltkörper äußern, so wird er beizusetzen haben, daß zu beantworten sei:

1) anders die Frage, ob die einzelnen Weltkörper, oder die einzelnen Systeme von Weltkörpern ewig dauern sollen? und

2) anders die Frage, ob das Fortbestehen des Geschaffenen in Zweifel gezogen ist?

§. 1. Von der Dauer einzelner Himmelskörper und einzelner Systeme von Himmelskörpern.

Fragt man auf physischem Boden um das Fortbestehen der Weltkörper und Körpersysteme an sich, so muß ein Doppeltes in Betracht gezogen werden, nämlich:

a) die Störungen (die periodischen und die säkulären), und

b) das im Weltraum vorhandene, widerstrebende Mittel.

ad a. Jede Bahn eines Planeten oder Kometen hat sechs Bestimmungsstücke, an welchen man sie erkennen und von andern unterscheiden kann; das sind nämlich:

1) die große Achse oder Umlaufszeit,
2) die Excentricität,
3) die Neigung der Bahn,
4) die Länge des Periheliums,
5) die Länge der Knotenlinie, und
6) die Epoche oder der Ort des Planeten zu einer gegebenen Zeit.

Die drei ersten Elemente sind in Bezug auf die Fortdauer des Systems von Einfluß, und können (cf. p. 391) von Wichtigkeit werden.

In der neuern Zeit haben einige Physiker die Zusicherung ausgesprochen, daß auch von dieser Seite her eine Auflösung unsers Sonnensystems nicht zu besorgen sei.

ad b. Von dem Vorhandensein eines den bewegten Weltkörpern widerstrebenden Mittels sind wir überzeugt

durch die allgemeine Verbreitung des Lichtes im Weltraume, und

durch die Verminderung der Umlaufszeit des Enke-schen Kometen (p. 395),

dem bei seinen Revolutionen die große Achse der Bahn, also die Bahn selber immer kleiner gemacht wird, bis der Körper endlich (wenn auch erst nach vielen Tausenden von Jahren *) in die Sonne stürzen muß.

Eben so können alle Kometen und Planeten im Laufe der Zeiten — und sei es erst nach Millionen von Jahren, weil diesen letztern dichtern Körpern das widerstehende Mittel nicht so mächtig, wie den Kometen entgegen wirken kann — ihre Umlaufszeiten sich bis zu den Hälften, und immer mehr und mehr verringern, bis sie sich endlich ganz mit der Sonne vereinen. **)

*) Nach den Beobachtungen nimmt die Geschwindigkeit dieses Körpers innerhalb von zehen Umläufen nahe um ihren tausendsten Theil zu. Bliebe diese Zunahme gleichförmig, so würde die gegenwärtige Geschwindigkeit sich nach 16000 Jahren verdoppelt haben.

**) Merkwürdig sind hier die Worte der Schrift: „Himmel und Erde werden vergehen...“ Matth. 24. 35. — „Die Sonne wird verfinstert werden...“ — „Die Sterne werden vom Himmel fallen, und die Kräfte des Himmels erschüttert werden.“ Matth. 24. 29. — Diese Worte, recht erklärt und recht verstanden, achtet der gebildete Physiker, welchem übrigens alle Prophezeiungen von sogenannten frommen Seelen Lächerlichkeiten sind, als wie der Wahn von einem tausendjährigen Reich Thorheit war, die zu den größten Thorheiten brachte.

„Die große Entfernung jener Epoche wird das endliche Eintreffen derselben und die Erfüllung unsers Schicksals nicht hindern."

Zus. Auf einzelnen Weltkörpern können außerdem (nach ihren physischen Beschaffenheiten) Umänderungen vor sich gehen durch vulkanische Wirkungen, durch Stöße den Erdbeben ähnlich, durch Ueberschwemmungen, oder durch Fluthen...

Nicht auf jedem Weltkörper können alle Wirkungen sich zeigen, die man auf der Erde sehen kann. Wo weder Luft noch Wasser (oder beides in sehr geringem Maaße) existirt, wie z. B. auf dem Mond, wird unser Feuer nicht auflodern können; hier sind also vulkanische Eruptionen undenkbar.

§. 2. Von dem Fortbestehen des Geschaffenen.

Die Dauer einer harmonischen Verbindung des Weltgebäudes, im Ganzen betrachtet, ist ewig. Das große Werk ist nicht für wenige Augenblicke aus dem Nichts in's Dasein gerufen, um dann wieder in's Nichts zurückzufallen. Soll Gott nicht Welten aus vergangenen Welten wieder erneuern können, wenn alles Dasjenige, was der Vergänglichkeit unterworfen, vor unsern Augen wieder neu erscheint?

Bei einem richtigen Begriff von Gott ist es unmöglich, zu glauben, daß Er eine Zeit gesetzt, in der alle Loblieder zu Ihm verstummen; ist es also zu bezweifeln, daß Er zusammengestürzte Welten wieder erneuert, daß Er einen neuen Himmel und eine neue Erde mache?

Inhalts-Anzeige.

Einleitung (§. 1—3).
Natur, Naturwissenschaft.
Eintheilung der Naturwissenschaft.
Nutzen der Naturwissenschaft.

Physik im engern Sinne.

Eingang (§. 1—4).
Physik im engern Sinne.
Materie und Kraft.
Eintheilung der Naturlehre.
Methode und Hilfswissenschaften.

I. Untertheil.
Allgemeine Naturlehre.

I. Abschnitt. Das Allgemeine von den Körpern.
I. Kap. Allgemeine Eigenschaften der Körper (§. 1—7).
II. Kap. Sondernde Eigenschaften.
I. Artikel. Aeußere (§. 1—2).
II. „ Innere.
II. Abschnitt. Das Allgemeine von den Kräften.
I. Kap. Attraktion (§. 1—5).
II. Kap. Repulsion. — Von der Wärme.
I. Artikel. Wirkungen der Wärme (§. 1—3)
II. Artikel. Bewegung der Wärme.
III. „ Quellen der Wärme.

II. Untertheil.

Besondere Naturlehre.

I. Buch.

Chemie.

Begriff der Chemie.
Aufgabe „ „
Eintheilung der Chemie.

I. Abtheilung.
Anorganische Chemie.
I. Abschnitt. Von den Grundstoffen.
I. Kap. Nichtmetalle.
I. Artikel. Permanente Gase (§. 1—3).
II. Artikel. Feste Nichtmetalle; (§. 1—6).
III. Artikel. Salzbilder (§. 1—4).
II. Kap. Metalle.
I. Artikel. Leichtmetalle.
II. Artikel. Schwermetalle.
II. Abschnitt. Anorganische Verbindungen.
I. Kap. Primäre Verbinduugen.
I. Artikel. Säuren und Basen.
II. Artikel. Indifferente Körper. — — Verbrennungsprozeß —
II. Kap. Sekundäre Verbindungen.

II. Abtheilung.
Organische Chemie.
Gegenstand der organischen Chemie.
Bestandtheile der org. Chemie.
I. Abschnitt. Produkte des Lebens.
I. Kap. Edukte der Natur.
I. Art. Primäre Verbindungen.
I. Artikel. Säuren und Basen.
II. „ Indifferente Körper (§. 1—3).
II. Art. Sekundäre Verbindungen.
II. Kap. Umbildungen der organischen Verbindungen.
I. Artikel. Umbildung bei freiem Luftzutritt (§. 1—2).
II. Artikel. Trockene Destillation.
II. Abschnitt. Produkte der Metamorphose.
I. Artikel. Gährung (§. 1—2).
II. Artikel. Verwesung.

II. Buch.
Physik im engsten Sinne.

I. Abtheilung.
Mechanik im engern Sinn.
Begriff der Mechanik.
Erklärungen von Kraftdarstellung, Kraftmaaß und Kraftsubstitution.
Bestimmung vom Stoß, Fall und Wurf.
Eintheilung der ersten Abtheilung der Physik im engsten Sinne.

I. Unterabtheilung.
Mechanik im engsten Sinne.
I. Abschnitt. Von den festen Körpern im Gleichgewichte und Bewegung.
I. Kap. Feste Körper unter Einfluß der Schwere (§ 1—2).
II. Kap. Kraftwirkungen durch Maschinen.
I. Artikel. Einfache Maschinen.
II. „ Zusammengesetzte Maschinen.
II. Abschnitt. Von den Flüssigkeiten im Gleichgewichte und in Bewegung.
I. Hauptstück. Von den tropfbaren Flussigkeiten ....
I. Kap. Gleichgewicht der tropfbaren Flussigkeiten (§. 1—2).
II Kap. Bewegung der tropfbaren Flussigkeiten.
I. Artikel. Fortschreitende Bewegung (§. 1—3).
II. Artikel. Wellenbewegung (§.1—2).
II. Hauptstück. Von den ausdehnsamen Flussigkeiten.
I. Von den Gasen.
I. Kap. Eigenschaften der Gase in Ruhe.
I. Artikel. Schwere der Gase (§. 1—2).
II. Artikel. Expansion der Gase (§ 1—2).
III. Artikel. Ungleichmäßige Dichte (§ 1—2).
II. Kap. Von den Gasen in Bewegung (§. 1—2).
II. Von den Dünsten.
I. Kap. Von den Dünsten im engern Sinne (§. 1—2).
II. Kap. Von den Dämpfen (§. 1—2).

II. Unterabtheilung.
Akustik.
I. Kap. Quantität des Schalles.
I. Artikel. Stärke des Schalles (§. 1—3).
II. Artikel. Vom Ton (§. 1—2).
II. Kap. Qualität des Schalles.
I. Artikel. Vom Schall durch Schallinstrumente.
II. Artikel. Vom Schall durch Lautorgane. — Gehörorgan. —

III. Unterabtheilung.
Optik.
Einleitende Erklärungen.
Begriff und Eintheilung der Optik.
I. Abschnitt. Von den Erscheinungen des Lichtes.
I. Hauptstück. Erscheinungen der progressiven Bewegungen der Lichtmoleküle.
I. Kap. Katoptrik.
I. Artikel. Reflexion im engern Sinne (§. 1—2).
II. Artikel. Inflexion.
III. „ Interferenz.
II. Kap, Dioptrik.
I. Artikel. Einfache Brechung (§.1—2).
II. „ Doppelte „ (§ 1—2).
II Hauptstück. Von der Polarisation des Lichtes.
I. Artikel. Erscheinungen der regelmäßigen (§. 1—2).
II. Artikel. Erscheinungen der unregelmäßigen (§. 1—2).
II. Abschnitt. Von den Sehinstrumenten.
I. Kap. Vom Auge und Bedingungen des Sehens (§. 1—2).
II. Kap, Von den optischen Instrumenten (§. 1—3).

II. Abtheilung.
Die Lehre vom Magnetismus, und von der Elektricität.
I Unterabtheilung.
Vom Magnetismus.

I. Abschnitt. Erscheinungen aus Magneten und Erzeugung künstlicher Magnete (§. 1—2).
II. Abschnitt. Gesetze der magnetischen Kräfte.
I. Kap. Magnetische Kraft an Eisenstäben (§. 1—3).
II. Kap. Magnetische Kraft der Erde (§. 1—3).

II. Unterabtheilung.
Von der Elektricität.

I. Kap. Elektricität durch Reibung, Druck und Spaltung (§. 1—2).
II. Kap. Elektricität durch Berührung im engern Sinne.
I. Artikel. Von der Berührungselektricität an sich (§ 1 – 3).
II. Artikel. Benützung der Berührungselektricität (§. 1—2).
III. Kap. Elektricität durch Induktion (§. 1—2).
IV. Kap: Elektricität durch chemisch-organische Prozesse (§. 1–2).
V. Kap. Elektricität durch Temperaturänderung (§. 1—2).

III. Buch.

Kosmographie.

I. Abtheilung.
Weltgebäude in mathemat. Rücksicht.

I. Abschnitt. Von den Weltkörpern überhaupt.
I. Kap. Welt, Weltkörper (§.1—4).
II. Kap. Von den Sternbildern und Sterngruppen.
I. Artikel. Mathematisch-astronomische Linien auf der Weltkugel (§. 1—3).
II. Artikel. Sternbilder, Sterngruppen (§. 1—2).
II. Abschnitt. Von den Himmelskörpern im Besondern
I. Hauptstück. Die Erde und die mit ihr zunächst in Verbindung stehenden Himmelskörper.
I. Betrachtung. Gestalt und Größe der Erde.
I. Kap. Gestalt und Eintheilung der Erde (§. 1—2).
II. Kap. Größe der Erde, der Sonne und des Mondes.
I. Artikel. Größe und Darstellung der Erde (§. 1—2).
II. Artikel. Entfernung und Größe der Sonne und des Mondes (§. 1—2).
II. Betrachtuug. Bewegungen der Erde und Erscheinungen aus dieser.
I. Kap. Bewegungen und Sonnensystem.
I. Artikel. Doppelte Bewegung der Erde (§. 1—2).
II. Artikel. Unser Sonnensystem (§. 1—2).
II. Kap. Erscheinungen aus den genannten Bewegungen und Chronologie.
I. Artikel. Erscheinungen der besprochenen Bewegungen (§. 1—2).
II. Artikel Punkte aus der Chronologie (§. 1—3).
II. Hauptstück. Von der Centralsonne und von der Fixsternenwelt.
I. Betrachtung. Von der Centralsonue (§ 1 2).
II. Betrachtung. Von der Fixsternenwelt.

II. Abtheilung.
Weltgebäude in physischer Rücksicht.

I. Unterabtheilung.
Physische Kosmographie.

I. Abschnitt. Physische Geographie.
I. Hauptstück. Von der Erde ohne Rücksicht auf ihre Prodnkte.
I. Kap. Formen des festen Landes (§. 1—3).
II. Kap. Von der Flüssigkeit auf der Erde.
I. Art. Von den tropfbaren Flüssigkeiten.
I. Artikel. Von den Erdmeeren (§. 1—3).
II. Artikel. Von den Binnenwassern (§. 1 2).
II. Art. Von der die Erde umgebenden ausdehnsamen Flüssigkeit.

I. Artikel. Atmosphärographie (§. 1—2).
II. Artikel. Meteorographie (§. 1—2).
II. Hauptstück. Von den Produkten der Erde.
I. Kap. Botanische Geographie (§. 1—2).
II. Kap. Zoologische Geographie (§. 1—2).
II. Abschnitt. Von der physischen Beschaffenheit der außer unserer Erde liegenden Himmelskörper (§. 1—2).

II. Unterabtheilung. Kosmogonie.
I. Kap. Entstehung des Weltalls (§. 1—2).
II. Kap. Dauer der Weltkörper (§. 1—2).

Preis-Verzeichniss

mathematischer, physikalischer, optischer und anderer Apparate,

verfertigt von

Otto Autenrieth,

Mechanikus in **Ulm.**

Die angegebenen Maasse sind Pariser, die Preise im fl. 24-Fuss.

1847.

Mathematische Instrumente.

Nr.		fl.	kr.
1.	Messtisch-Aufsatz mit achrom. Tubus	44	—
2.	Stativ dazu mit Micrometerschraube, sammt 2 Klammern zum Anschrauben an das Blatt	30	—
3.	Nivellirinstrument mit achrom. Fernrohr	70	—
4.	Kreuzscheibe mit Gradeintheilung	20	—
5.	Dieselbe ohne Grade	12	—
6.	Cylinderlibelle mit ausgeschliffener Röhre	7	—
7.	Dosenlibelle	4	—
8.	Boussolen, je nach Grösse und Ausstattung, zu verschiedenen Preisen.		
9.	Transversalmaasstab 2500- und 1250theil.	4	—
10.	Maasstäbe der verschiedensten Art, Lineale, Winkeldreiecke, Reisszeuge u. andere Zeichnungs-Apparate.		
11.	Winkelspiegel	3	45
12.	Spiegelsextant, der Nonius zu 5 Minuten	15	—

Physikalische Apparate.

I. Mechanik, Statik.

1.	Hebelapparat, mit doppelarmigem und Winkelhebel von Messing, mit Theilungen, die Achsen verschiebbar, sammt Gestell mit Rollen und Gewichten . .	30	—
2.	Derselbe von kleinerer Gattung, die Achsen fest .	7	30
3.	Zusammengesetzter Hebel von Messing, 3fach . .	7	30
4.	Räder an der Welle, von Messing	5	—
5.	Dieselben von Holz	3	30
6.	Potenzenflaschenzug von Messing	4	—
7.	Flaschenzug mit 8 Rollen, zum Herausnehmen eingerichtet	7	—

Nr.		fl.	kr.
8.	Flaschenzug mit 6 Rollen, von Messing	5	30
9.	Derselbe mit 4 Rollen	4	—
10.	Schiefe Ebene, von Messing, mit versilberter Scala	8	30
11.	Dieselbe mit Vorrichtung, die Kraft parallel mit der Grundfläche wirken zu lassen	12	—
12.	Modell, die Entstehung der Schraube zeigend	—	42
13.	Modell einer endlosen Schraube	6	30
14.	Fallmaschine nach Atwood, mit Selbstauslösung und Pendel, das die Sekunden durch Glockenschläge bezeichnet	40	—
15.	Dieselbe einfacher	22	—
16.	Schwungmaschine mit Vorrichtung, die Abplattung der Erde zu versinnlichen; Kugeln, die sich um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt drehen; 4 Kugeln, in verschiedenen Entfernungen vom Drehpunkt aufgehangen; Kugel, die an einer Schnur aufgehangen, um sich selbst rotirt; 2 Gewichten, die durch den Schwung ein drittes heben; Glaskugel zum Eingiessen von Flüssigkeiten	36	—
17.	Dieselbe etwas einfacher	20	—
18.	Dieselbe von einfachster Form	9	—
19.	Modell einer Schnellwaage	8	—
20.	Modell einer Brückenwaage, mit gläserner Brücke	20	—

II. Hydrostatik.

1.	Hydrostatische Waage auf Stativ, der Balken durchbrochen, die Zunge über einer Theilung spielend, sammt Gewichten	30	—
2.	Dieselbe etwas einfacher	20	—
3.	Dieselbe, kleinste Sorte	11	—
4.	Vorrichtung, zu zeigen, dass jeder Körper um das Gewicht des Wassers leichter wird, das er aus der Stelle treibt	2	—
5.	Gefäss mit verschiedenen Ansätzen zu Versuchen über den Ausfluss, sammt Springbrunnen	20	—
6.	Gefäss mit Ausgussröhren	1	12
7.	Communicirende Röhren	2	—
8.	Springbrunnen	2	30

III. Pneumatik.

Nr.		fl.	kr.
1.	Hahnluftpumpe mit Selbststeuerung und eigenem Tischchen (der Cylinder 1′ 2″ lang und 2″ 4‴ weit) gläsernem Teller und Barometerprobe unter eigener Glocke	175	—
2.	Doppelstieflige Luftpumpe mit Selbststeuerung und eigenem Tischchen, Barometer und Manometer unter eigenen Glocken, sammt zwei Glocken zur Verdünnung und Verdichtung	160	—
3.	Hahnluftpumpe von 7$\frac{1}{2}$″ Höhe und 1″ 11‴ innerer Cylinderweite, gläsernem Teller, Barometer und Glocken, in Kästen	80	—
	(Alle diese Pumpen bringen das Barometer auf 1‴ herab und halten es mehrere Tage ohne Veränderung.)		
4.	Handluftpumpe mit Hahn und Selbststeuerung, sammt Glocke und Barometer	40	—
5.	Magdeburgische Halbkugeln von 4″ Durchmesser .	12	30
6.	Dieselben von 2″ Durchmesser	6	30
7.	Röhre zu Fallversuchen	6	30
8.	Glocke mit beweglichem Stift zum Auslösen der Schall- und Windflügel-Apparate	7	30
9.	Vorrichtung zu Schallversuchen	8	30
10.	Zwei Windflügel mit Uhrfeder, zu Versuchen über den Widerstand der Luft	8	30
11.	Gefrierapparat mit Thermometer	6	—
12.	Zwei Fläschchen, durch einen Heber verbunden . .	2	—
13.	Vorrichtung zum Quecksilberregen	2	30
14.	Cylinder zum Zersprengen einer Blase	1	—
15.	Apparat für electrische Ausströmung im luftleeren Raume	6	30
16.	Glasballon mit Hahn, zum Abwägen der Gase . .	5	30
17.	Heronsball von Glas, mit Hahn	3	30
18.	Derselbe ohne Hahn	1	36
19.	Intermittirender Brunnen	4	—
20.	Zauberbecher	1	48
21.	Modelle von Saug- und Druckpumpen, die Röhren von Glas, mit Windkessel	22	—
22.	Dieselben ohne Windkessel	16	—
23.	Dieselben kleiner und einfacher	8	—

Nr.		fl.	kr.
24.	Modell einer Feuerspritze, Cylinder und Windkessel von Glas, mit biegsamer, messingner Spritzröhre und ledernem Saugschlauch	24	—
25.	Dasselbe kleiner und einfacher	13	30
26.	Mariottesche Röhre mit Hahn und Scala	7	—
27.	Dieselbe ganz einfach	1	42
28.	Reise-Heberbarometer mit Thermometer	25	—
29.	Dasselbe einfacher	15	—
30.	Reisebarometer (mit Gefäss nach Horner) sammt Stativ, die Quecksilbersäule 3‴ dick mit Lupe zum Ablesen des Standes	66	—
31.	Mariottesches Gefäss	1	30
32.	Kleiner Luftballon sammt Füllungsapparat	3	30

IV. Acustik.

1.	Klangfigurenapparat mit Schraubzwinge	6	30
2.	Derselbe ohne Schraube	3	30
3.	Monochord, aus einer Stahlsaite und Scala bestehend	8	—
4.	Savart'sche Räder	4	—
5.	Cagnard'sche Syrene	24	—
6.	Blasbalg dazu	11	—

V. Wärme.

1.	Zwei Wärmespiegel von 16″ Durchmesser sammt Gestellen	30	—
2.	Dieselben von 1′ Durchmesser	20	—
3.	Ausdehnungsapparat mit Fühlhebel und Zeiger . .	12	—
4.	Derselbe ganz einfach	1	36
5.	Thermometer mit 3facher Scala auf Messing . . .	6	—
6.	Derselbe mit einfacher Scala	2	30
7.	Derselbe ganz von Glas	1	—
8.	Kempelensche Dampfmaschine	6	—
9.	Modell einer Dampfmaschine mit Balancier und Schwungrad, durch Weingeist in Gang zu setzen . . .	40	—
10.	Modell einer Watt'schen Dampfmaschine mit Condensator und Regulator, Heiss-, Kaltwasser- u. Luftpumpe und Thermometer (als Manometer), alle Vorrichtungen in Wirklichkeit arbeitend. Die Heizung durch Weingeist	200	—

Nr.		fl.	kr.
11.	Durchschnittsmodell der Ventilsteuerung bei Dampfmaschinen	6	—
12.	Dasselbe für den Vierwegehahn	6	—
13.	Trevylianinstrument	4	30

VI. Optik.

1.	Gläsernes Prisma	2	24
2.	Sechs Hauptformen von Linsengläsern	6	—
3.	Künstliches Auge	4	—
4.	Dasselbe mit Vorrichtungen, die Weit- und Kurzsichtigkeit zu erklären	8	—
5.	Drei Modelle, ein galileisches, astronomisches und terrestrisches Fernrohr vorstellend, die Linsen frei in der Luft und der Weg der Lichtstrahlen darunter gezeichnet	8	30
6.	Modell eines zusammengesetzten Mikroskops	5	30
7.	Vergrösserungsspiegel von 6½″ Durchmesser	6	—
8.	Derselbe von 5½″ Durchmesser	3	—
9.	Kleiner Convexspiegel	1	—
10.	Polarisationsinstrument nach Nörrenberg	20	—
11.	Camera obscura mit mattem Glase	6	30
12.	Interferenzspiegel mit Lupe und Gestell	7	30
13.	Beugungsapparat	2	24
14.	Derselbe mit feinem Netze auf einem Glase	3	30
15.	Apparat zu Newton'schen Farbenringen	3	30

VII. Electricität und Magnetismus.

1.	Scheibenmaschine von 20″ Durchmesser mit Conductor, Flasche, Auslader und Kette	66	—
2.	Scheibenmaschine von 1′ Durchmesser	24	—
3.	Electrische Batterie mit 4 □′ innern Beleges	16	—
4.	Electrisches Glockenspiel	2	24
5.	Electrisches Flugrad	1	12
6.	Zwei Teller zum electrischen Tanz	2	30
7.	Vorrichtung zum Durchschlagen von Kartenblättern	2	24
8.	Henley'scher Auslader	7	30
9.	Strohhalmelectrometer	5	—
10.	Goldblattelectrometer mit Condensator	6	—
11.	Blitzröhre, 2′ lang	3	30

Nr.		fl.	kr.
12.	Electrophor von 11″ Durchmesser	3	30
13.	Derselbe von 1′ 3″ Durchmesser	5	30
14.	Galvanische Säule von 100 Plattenpaaren von 2″ Durchmesser	25	—
15.	Dieselbe von 50 Plattenpaaren von 1″ 7‴ Durchmesser	8	—
16.	Wollaston'scher Trogapparat von 6 Elementen	12	—
17.	Daniell'sche Batterie von 6 Elementen	15	—
18.	Grovische Trogapparate, je nach der Grösse zu verschiedenen Preisen.		
19.	Apparat zur Wasserzersetzung	3	—
20.	Galvanoplastischer Apparat	2	30
21.	Galvanischer Multiplicator	15	—
22.	Derselbe einfacher	6	—
23.	Electromagnet, 20 Pfund tragend	8	—
24.	Rotirende electromagnetische Maschine	8	—
25.	Apparat für Oersted's Fundamentalversuch	4	30
26.	Funkenanker sammt Magnet	10	—
27.	Inductionsrolle	6	—
28.	Magnetoelectrische Rotationsmaschine	40	—
29.	Boussole von 4″ Durchmesser	8	—
30.	Ditto von 2″ Durchmesser	3	—
31.	Inclinationsboussole	11	—
	Magnete, je nach ihrer Grösse zu verschied. Preisen.		

VIII. Physical. Erdbeschreibung.

1.	Tellurium mit Erdkugel von 3″ Durchmesser	20	—
2.	Bohnenberger'sche Maschine	14	—
3.	Armillarsphäre	8	—

IX. Chemie.

1.	Argand'sche Weingeistlampe	20	—
2.	Gestell mit ringförmigen Trägern für Schaalen &c.	8	—
3.	Aeolipila zum Glasblasen	4	—
4.	Eudiometer mit eingeschmolzenen Platindrähten	2	—
5.	Löthrohr nach Berzelius	2	30
6.	Gasometer von Kupfer	18	—

Optische und andere Instrumente.

Nr.		fl.	kr.
1.	Tubus von 2′ Länge u. 30maliger Vergrösserung, auf messingnem Stativ, sammt Kästchen	66	—
2.	Auszugfernrohr von 2′ Länge und 27mal. Vergrösser.	22	—
3.	Dessgleichen von 1′ 5″ Länge und 18mal. Vergröss.	16	—
4.	Zusammengesetztes Mikroskop mit 4 Vergröss. von 25, 50, 100 und 200, sammt Apparat	36	—
5.	Zusammengesetztes Mikroskop, kleinere Gattung, mit 2 Vergrösserungen von 25 und 100, in Kästchen	15	—
6.	Zusammengesetztes Mikroskop, kleinster Gattung .	5	24
7.	Zimmerbarometer mit versilberter Scala	8	30
8.	Derselbe mit Papierscala	5	—
9.	Thermometer auf versilberter Scala	3	—
10.	Derselbe, kleinere Sorte	2	24
11.	Waagen für Weingeist, Lauge und Syrup in Futteral	1	—
12.	Dergleichen für Essig, Bier und Milch	1	12
13.	Dergleichen für Säuren	1	20
14.	Messingner Waagbalken von 2′ Länge (würt.) . .	11	—
15.	Derselbe von 1½′ Länge	6	30
16.	Derselbe von 1¼′ Länge	5	—
17.	Derselbe von 1′ Länge	3	45
18.	Derselbe von 8″ Länge	3	—
19.	Derselbe von 6″ Länge	2	36
20.	Tarirwaage, der Balken 1¼′ lang	10	—
21.	Granwaage mit Hornschaalen	3	—
22.	Getreidewaage für Oekonomen und Bierbrauer . .	5	24
23.	Geldwaage, das Gewicht gerollten Geldes zu prüfen	14	—
24.	Auszirklungsapparat für Schützengesellschaften . .	12	—
25.	Sonnensextant sammt Tabellen	5	24

Ausser diesen Instrumenten halte ich stets eine grosse Auswahl von Theaterperspectiven, Lorgnetten, Brillen, Lupen und andern kleinern optischen Artikeln.

Gedruckt bei Ernst Nübling.

Inhalts-Anzeige.

Einleitung (§. 1—3).
Natur, Naturwissenschaft.
Eintheilung der Naturwissenschaft.
Nutzen der Naturwissenschaft.

Physik im engern Sinne.

Eingang (§. 1—4).
Physik im engern Sinne.
Materie und Kraft.
Eintheilung der Naturlehre.
Methode und Hilfswissenschaften.

I. Untertheil.
Allgemeine Naturlehre.

I. Abschnitt. Das Allgemeine von den Körpern.
I. Kap. Allgemeine Eigenschaften der Körper (§. 1—7).
II. Kap. Sondernde Eigenschaften.
I. Artikel. Aeußere (§. 1—2).
II. „ Innere.
II. Abschnitt. Das Allgemeine von den Kräften.
I. Kap. Attraktion (§. 1—5).
II. Kap. Repulsion. — Von der Wärme.
I. Artikel. Wirkungen der Wärme (§. 1—3)
II. Artikel. Bewegung der Wärme.
III. „ Quellen der Wärme.

II. Untertheil.
Besondere Naturlehre.

I. Buch.

Chemie.

Begriff der Chemie.
Aufgabe „ „
Eintheilung der Chemie.

I. Abtheilung.
Anorganische Chemie.

I. Abschnitt. Von den Grundstoffen.
I. Kap. Nichtmetalle.
I. Artikel. Permanente Gase (§. 1—3).
II. Artikel. Feste Nichtmetalle; (§. 1—6).
III. Artikel. Salzbilder (§. 1—4).
II. Kap. Metalle.
I. Artikel. Leichtmetalle.
II. Artikel. Schwermetalle.
II. Abschnitt. Anorganische Verbindungen.
I. Kap. Primäre Verbinduugen.
I. Artikel. Säuren und Basen.
II. Artikel. Indifferente Körper. — — Verbrennungsprozeß —
II. Kap. Sekundäre Verbindungen.

II. Abtheilung.
Organische Chemie.

Gegenstand der organischen Chemie.
Bestandtheile der org. Chemie.
I. Abschnitt. Produkte des Lebens.
I. Kap. Edukte der Natur.
I. Art. Primäre Verbindungen.
I. Artikel. Säuren und Basen.
II. „ Indifferente Körper (§. 1—3).
II. Art Sekundäre Verbindungen.
II. Kap. Umbildungen der organischen Verbindungen.
I. Artikel. Umbildung bei freiem Luftzutritt (§. 1—2).
II. Artikel Trockene Destillation.
II. Abschnitt. Produkte der Metamorphose.
I. Artikel. Gährung (§. 1—2).
II. Artikel. Verwesung.

II. Buch.

Physik im engsten Sinne.

I. Abtheilung.

Mechanik im engern Sinn.

Begriff der Mechanik.

Erklärungen von Kraftdarstellung, Kraftmaaß und Kraftsubstitution.

Bestimmung vom Stoß, Fall und Wurf.

Eintheilung der ersten Abtheilung der Physik im engsten Sinne.

I. Unterabtheilung.

Mechanik im engsten Sinne.

I. Abschnitt. Von den festen Körpern im Gleichgewichte und Bewegung.

I. Kap. Feste Körper unter Einfluß der Schwere (§ 1–2).

II. Kap. Kraftwirkungen durch Maschinen.

I. Artikel. Einfache Maschinen.

II. „ Zusammengesetzte Maschinen.

II. Abschnitt. Von den Flüssigkeiten im Gleichgewichte und in Bewegung.

I. Hauptstück. Von den tropfbaren Flüssigkeiten ....

I. Kap. Gleichgewicht der tropfbaren Flüssigkeiten (§. 1–2).

II. Kap. Bewegung der tropfbaren Flüssigkeiten.

I. Artikel. Fortschreitende Bewegung (§. 1—3).

II. Artikel. Wellenbewegung (§.1—2).

II. Hauptstück. Von den ausdehnsamen Flüssigkeiten.

I. Von den Gasen.

I. Kap. Eigenschaften der Gase in Ruhe.

I. Artikel. Schwere der Gase (§. 1—2).

II. Artikel. Expansion der Gase (§ 1–2).

III. Artikel. Ungleichmäßige Dichte (§ 1—2).

II. Kap. Von den Gasen in Bewegung (§. 1—2).

II. Von den Dünsten.

I. Kap. Von den Dünsten im engern Sinne (§. 1–2).

II. Kap. Von den Dämpfen (§. 1–2).

II. Unterabtheilung.

Akustik.

I. Kap. Quantität des Schalles.

I. Artikel. Stärke des Schalles (§. 1—3).

II. Artikel. Vom Ton (§. 1–2).

II. Kap. Qualität des Schalles.

I. Artikel. Vom Schall durch Schallinstrumente.

II. Artikel. Vom Schall durch Lautorgane. — Gehörorgan. —

III. Unterabtheilung.

Optik.

Einleitende Erklärungen.

Begriff und Eintheilung der Optik.

I. Abschnitt. Von den Erscheinungen des Lichtes.

I. Hauptstück. Erscheinungen der progressiven Bewegungen der Lichtmoleküle.

I. Kap. Katoptrik.

I. Artikel. Reflexion im engern Sinne (§. 1–2).

II. Artikel. Inflexion.

III. „ Interferenz.

II. Kap. Dioptrik.

I. Artikel. Einfache Brechung (§. 1–2).

II. „ Doppelte „ (§ 1–2).

II. Hauptstück. Von der Polarisation des Lichtes.

I. Artikel. Erscheinungen der regelmäßigen (§. 1—2).

II. Artikel. Erscheinungen der unregelmäßigen (§. 1–2).

II. Abschnitt. Von den Sehinstrumenten.

I. Kap. Vom Auge und Bedingungen des Sehens (§. 1–2).

II. Kap. Von den optischen Instrumenten (§. 1—3).

II. Abtheilung.

Die Lehre vom Magnetismus, und von der Elektricität.

I. Unterabtheilung.

Vom Magnetismus.

I. Abschnitt. Erscheinungen aus Magneten und Erzeugung künstlicher Magnete (§. 1—2).
II. Abschnitt. Gesetze der magnetischen Kräfte.
I. Kap. Magnetische Kraft an Eisenstäben (§. 1—3).
II. Kap. Magnetische Kraft der Erde (§. 1—3).

II. Unterabtheilung.
Von der Elektricität.
I. Kap. Elektrieität durch Reibung, Druck und Spaltung (§. 1—2).
II. Kap. Elektricität durch Berührung im engern Sinne.
I. Artikel. Von der Berührungselektricität an sich (§ 1—3).
II. Artikel. Benützung der Berührungselektricität (§. 1—2).
III. Kap. Elektricität durch Induktion (§. 1—2).
IV. Kap: Elektricität durch chemisch-organische Prozesse (§. 1—2).
V. Kap. Elektricität durch Temperaturänderung (§. 1—2).

III. Buch.
Kosmographie.

I. Abtheilung.
Weltgebäude in mathemat. Rücksicht.
I. Abschnitt. Von den Weltkörpern überhaupt.
I. Kap. Welt, Weltkörper (§.1—4).
II. Kap. Von den Sternbildern und Sterngruppen.
I. Artikel. Mathematisch-astronomische Linien auf der Weltkugel (§. 1—3).
II. Artikel. Sternbilder, Sterngruppen (§. 1—2).
II. Abschnitt. Von den Himmelskörpern im Besondern
I. Hauptstück. Die Erde und die mit ihr zunächst in Verbindung stehenden Himmelskörper.
I. Betrachtung. Gestalt und Größe der Erde.
I. Kap. Gestalt und Eintheilung der Erde (§. 1—2).
II. Kap. Größe der Erde, der Sonne und des Mondes.
I. Artikel. Größe und Darstellung der Erde (§. 1—2).
II. Artikel. Entfernung und Größe der Sonne und des Mondes (§. 1—2).
II. Betrachtuug. Bewegungen der Erde und Erscheinungen aus dieser.
I. Kap. Bewegungen und Sonnensystem.
I. Artikel. Doppelte Bewegung der Erde (§. 1—2).
II. Artikel. Unser Sonnensystem (§. 1—2).
II. Kap. Erscheinungen aus den genannten Bewegungen und Chronologie.
I. Artikel. Erscheinungen der besprochenen Bewegungen (§. 1—2).
II. Artikel Punkte aus der Chronologie (§. 1—3).
II. Hauptstück. Von der Centralsonne und von der Fixsternenwelt.
I. Betrachtung. Von der Centralsonue (§ 1 2).
II. Betrachtung. Von der Fixsternenwelt.

II. Abtheilung.
Weltgebäude in physischer Rücksicht.

I. Unterabtheilung.
Physische Kosmographie.
I. Abschnitt. Physische Geographie.
I. Hauptstück. Von der Erde ohne Rücksicht auf ihre Prodnkte.
I. Kap. Formen des festen Landes (§. 1—3).
II. Kap. Von der Flüssigkeit auf der Erde.
I. Art. Von den tropfbaren Flüssigkeiten.
I. Artikel. Von den Erdmeeren (§. 1—3).
II. Artikel. Von den Binnenwassern (§. 1 2).
II. Art. Von der die Erde umgebenden ausdehnsamen Flüssigkeit.

I. Artikel. Atmosphärographie (§. 1—2).
II. Artikel. Meteorographie (§. 1—2).
II. Hauptstück. Von den Produkten der Erde.
I. Kap. Botanische Geographie (§. 1—2).
II. Kap. Zoologische Geographie (§. 1—2).
II. Abschnitt. Von der physischen Beschaffenheit der außer unserer Erde liegenden Himmelskörper (§. 1—2).

II. Unterabtheilung.
Kosmogonie.
I. Kap. Entstehung des Weltalls (§. 1—2).
II. Kap. Dauer der Weltkörper (§. 1—2).

Preis-Verzeichniss

mathematischer, physikalischer, optischer und anderer Apparate,

verfertigt von

Otto Autenrieth,

Mechanikus in **Ulm.**

Die angegebenen Maasse sind Pariser, die Preise im fl. 24-Fuss.

1847.

Mathematische Instrumente.

Nr.		fl.	kr.
1.	Messtisch-Aufsatz mit achrom. Tubus	44	—
2.	Stativ dazu mit Micrometerschraube, sammt 2 Klammern zum Anschrauben an das Blatt	30	—
3.	Nivellirinstrument mit achrom. Fernrohr	70	—
4.	Kreuzscheibe mit Gradeintheilung	20	—
5.	Dieselbe ohne Grade	12	—
6.	Cylinderlibelle mit ausgeschliffener Röhre	7	—
7.	Dosenlibelle	4	—
8.	Boussolen, je nach Grösse und Ausstattung, zu verschiedenen Preisen.		
9.	Transversalmaassstab 2500- und 1250theil. . . .	4	—
10.	Maasstäbe der verschiedensten Art, Lineale, Winkeldreiecke, Reisszeuge u. andere Zeichnungs-Apparate.		
11.	Winkelspiegel	3	45
12.	Spiegelsextant, der Nonius zu 5 Minuten	15	—

Physikalische Apparate.

I. Mechanik, Statik.

1.	Hebelapparat, mit doppelarmigem und Winkelhebel von Messing, mit Theilungen, die Achsen verschiebbar, sammt Gestell mit Rollen und Gewichten . .	30	—
2.	Derselbe von kleinerer Gattung, die Achsen fest .	7	30
3.	Zusammengesetzter Hebel von Messing, 3fach . . .	7	30
4.	Räder an der Welle, von Messing	5	—
5.	Dieselben von Holz	3	30
6.	Potenzenflaschenzug von Messing	4	—
7.	Flaschenzug mit 8 Rollen, zum Herausnehmen eingerichtet	7	—

Nr.		fl.	kr.
8.	Flaschenzug mit 6 Rollen, von Messing	5	30
9.	Derselbe mit 4 Rollen	4	—
10.	Schiefe Ebene, von Messing, mit versilberter Scala	8	30
11.	Dieselbe mit Vorrichtung, die Kraft parallel mit der Grundfläche wirken zu lassen	12	—
12.	Modell, die Entstehung der Schraube zeigend . . .	—	42
13.	Modell einer endlosen Schraube	6	30
14.	Fallmaschine nach Atwood, mit Selbstauslösung und Pendel, das die Sekunden durch Glockenschläge bezeichnet	40	—
15.	Dieselbe einfacher	22	—
16.	Schwungmaschine mit Vorrichtung, die Abplattung der Erde zu versinnlichen; Kugeln, die sich um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt drehen; 4 Kugeln, in verschiedenen Entfernungen vom Drehpunkt aufgehangen; Kugel, die an einer Schnur aufgehangen, um sich selbst rotirt; 2 Gewichten, die durch den Schwung ein drittes heben; Glaskugel zum Eingiessen von Flüssigkeiten	36	—
17.	Dieselbe etwas einfacher	20	—
18.	Dieselbe von einfachster Form	9	—
19.	Modell einer Schnellwaage	8	—
20.	Modell einer Brückenwaage, mit gläserner Brücke .	20	—

II. Hydrostatik.

1.	Hydrostatische Waage auf Stativ, der Balken durchbrochen, die Zunge über einer Theilung spielend, sammt Gewichten	30	—
2.	Dieselbe etwas einfacher	20	—
3.	Dieselbe, kleinste Sorte	11	—
4.	Vorrichtung, zu zeigen, dass jeder Körper um das Gewicht des Wassers leichter wird, das er aus der Stelle treibt	2	—
5.	Gefäss mit verschiedenen Ansätzen zu Versuchen über den Ausfluss, sammt Springbrunnen . . .	20	—
6.	Gefäss mit Ausgussröhren	1	12
7.	Communicirende Röhren	2	—
8.	Springbrunnen	2	30

III. Pneumatik.

Nr.		fl.	kr.
1.	Hahnluftpumpe mit Selbststeuerung und eigenem Tischchen (der Cylinder 1′ 2″ lang und 2″ 4‴ weit) gläsernem Teller und Barometerprobe unter eigener Glocke	175	—
2.	Doppelstieflige Luftpumpe mit Selbststeuerung und eigenem Tischchen, Barometer und Manometer unter eigenen Glocken, sammt zwei Glocken zur Verdünnung und Verdichtung	160	—
3.	Hahnluftpumpe von 7½″ Höhe und 1″ 11‴ innerer Cylinderweite, gläsernem Teller, Barometer und Glocken, in Kästen	80	—
	(Alle diese Pumpen bringen das Barometer auf 1‴ herab und halten es mehrere Tage ohne Veränderung.)		
4.	Handluftpumpe mit Hahn und Selbststeuerung, sammt Glocke und Barometer	40	—
5.	Magdeburgische Halbkugeln von 4″ Durchmesser . .	12	30
6.	Dieselben von 2″ Durchmesser	6	30
7.	Röhre zu Fallversuchen	6	30
8.	Glocke mit beweglichem Stift zum Auslösen der Schall- und Windflügel-Apparate	7	30
9.	Vorrichtung zu Schallversuchen	8	30
10.	Zwei Windflügel mit Uhrfeder, zu Versuchen über den Widerstand der Luft	8	30
11.	Gefrierapparat mit Thermometer	6	—
12.	Zwei Fläschchen, durch einen Heber verbunden . .	2	—
13.	Vorrichtung zum Quecksilberregen	2	30
14.	Cylinder zum Zersprengen einer Blase	1	—
15.	Apparat für electrische Ausströmung im luftleeren Raume	6	30
16.	Glasballon mit Hahn, zum Abwägen der Gase . .	5	30
17.	Heronsball von Glas, mit Hahn	3	30
18.	Derselbe ohne Hahn	1	36
19.	Intermittirender Brunnen	4	—
20.	Zauberbecher	1	48
21.	Modelle von Saug- und Druckpumpen, die Röhren von Glas, mit Windkessel	22	—
22.	Dieselben ohne Windkessel	16	—
23.	Dieselben kleiner und einfacher	8	—

Nr.		fl.	kr.
24.	Modell einer Feuerspritze, Cylinder und Windkessel von Glas, mit biegsamer, messingner Spritzröhre und ledernem Saugschlauch	24	—
25.	Dasselbe kleiner und einfacher	13	30
26.	Mariottesche Röhre mit Hahn und Scala	7	—
27.	Dieselbe ganz einfach	1	42
28.	Reise-Heberbarometer mit Thermometer	25	—
29.	Dasselbe einfacher	15	—
30.	Reisebarometer (mit Gefäss nach Horner) sammt Stativ, die Quecksilbersäule 3''' dick mit Lupe zum Ablesen des Standes	66	—
31.	Mariottesches Gefäss	1	30
32.	Kleiner Luftballon sammt Füllungsapparat	3	30

IV. Acustik.

1.	Klangfigurenapparat mit Schraubzwinge	6	30
2.	Derselbe ohne Schraube	3	30
3.	Monochord, aus einer Stahlsaite und Scala bestehend	8	—
4.	Savart'sche Räder	4	—
5.	Cagnard'sche Syrene	24	—
6.	Blasbalg dazu	11	—

V. Wärme.

1.	Zwei Wärmespiegel von 16'' Durchmesser sammt Gestellen	30	—
2.	Dieselben von 1' Durchmesser	20	—
3.	Ausdehnungsapparat mit Fühlhebel und Zeiger . .	12	—
4.	Derselbe ganz einfach	1	36
5.	Thermometer mit 3facher Scala auf Messing . . .	6	—
6.	Derselbe mit einfacher Scala	2	30
7.	Derselbe ganz von Glas	1	—
8.	Kempelensche Dampfmaschine	6	—
9.	Modell einer Dampfmaschine mit Balancier und Schwungrad, durch Weingeist in Gang zu setzen . . .	40	—
10.	Modell einer Watt'schen Dampfmaschine mit Condensator und Regulator, Heiss-, Kaltwasser- u. Luftpumpe und Thermometer (als Manometer), alle Vorrichtungen in Wirklichkeit arbeitend. Die Heizung durch Weingeist	200	—

Nr.		fl.	kr.
11.	Durchschnittsmodell der Ventilsteuerung bei Dampfmaschinen	6	—
12.	Dasselbe für den Vierwegehahn	6	—
13.	Trevylianinstrument	4	30

VI. Optik.

		fl.	kr.
1.	Gläsernes Prisma	2	24
2.	Sechs Hauptformen von Linsengläsern	6	—
3.	Künstliches Auge	4	—
4.	Dasselbe mit Vorrichtungen, die Weit- und Kurzsichtigkeit zu erklären	8	—
5.	Drei Modelle, ein galileisches, astronomisches und terrestrisches Fernrohr vorstellend, die Linsen frei in der Luft und der Weg der Lichtstrahlen darunter gezeichnet	8	30
6.	Modell eines zusammengesetzten Mikroskops	5	30
7.	Vergrösserungsspiegel von 6½″ Durchmesser	6	—
8.	Derselbe von 5½″ Durchmesser	3	—
9.	Kleiner Convexspiegel	1	—
10.	Polarisationsinstrument nach Nörrenberg	20	—
11.	Camera obscura mit mattem Glase	6	30
12.	Interferenzspiegel mit Lupe und Gestell	7	30
13.	Beugungsapparat	2	24
14.	Derselbe mit feinem Netze auf einem Glase	3	30
15.	Apparat zu Newton'schen Farbenringen	3	30

VII. Electricität und Magnetismus.

		fl.	kr.
1.	Scheibenmaschine von 20″ Durchmesser mit Conductor, Flasche, Auslader und Kette	66	—
2.	Scheibenmaschine von 1′ Durchmesser	24	—
3.	Electrische Batterie mit 4 □′ innern Beleges	16	—
4.	Electrisches Glockenspiel	2	24
5.	Electrisches Flugrad	1	12
6.	Zwei Teller zum electrischen Tanz	2	30
7.	Vorrichtung zum Durchschlagen von Kartenblättern	2	24
8.	Henley'scher Auslader	7	30
9.	Strohhalmelectrometer	5	—
10.	Goldblattelectrometer mit Condensator	6	—
11.	Blitzröhre, 2′ lang	3	30

Nr.		fl.	kr.
12.	Electrophor von 11″ Durchmesser	3	30
13.	Derselbe von 1′ 3″ Durchmesser	5	30
14.	Galvanische Säule von 100 Plattenpaaren von 2″ Durchmesser	25	—
15.	Dieselbe von 50 Plattenpaaren von 1″ 7‴ Durchmesser	8	—
16.	Wollaston'scher Trogapparat von 6 Elementen . .	12	—
17.	Daniell'sche Batterie von 6 Elementen	15	—
18.	Grovische Trogapparate, je nach der Grösse zu verschiedenen Preisen.		
19.	Apparat zur Wasserzersetzung	3	—
20.	Galvanoplastischer Apparat	2	30
21.	Galvanischer Multiplicator	15	—
22.	Derselbe einfacher	6	—
23.	Electromagnet, 20 Pfund tragend	8	—
24.	Rotirende electromagnetische Maschine	8	—
25.	Apparat für Oersted's Fundamentalversuch	4	30
26.	Funkenanker sammt Magnet	10	—
27.	Inductionsrolle	6	—
28.	Magnetoelectrische Rotationsmaschine	40	—
29.	Boussole von 4″ Durchmesser	8	—
30.	Ditto von 2″ Durchmesser	3	—
31.	Inclinationsboussole	11	—
	Magnete, je nach ihrer Grösse zu verschied. Preisen.		

VIII. Physical. Erdbeschreibung.

1.	Tellurium mit Erdkugel von 3″ Durchmesser . . .	20	—
2.	Bohnenberger'sche Maschine	14	—
3.	Armillarsphäre	8	—

IX. Chemie.

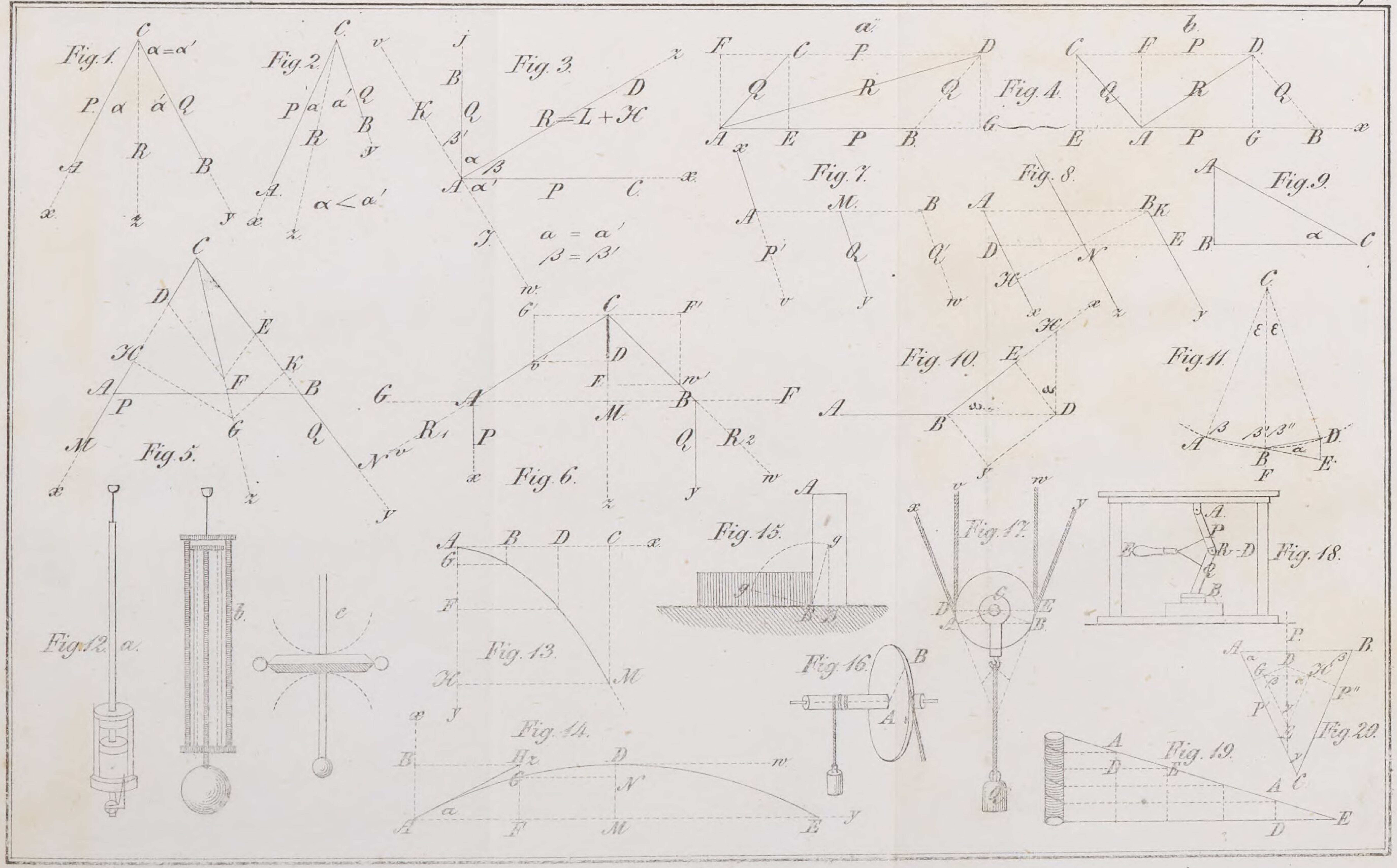
1.	Argand'sche Weingeistlampe	20	—
2.	Gestell mit ringförmigen Trägern für Schaalen &c. .	8	—
3.	Aeolipila zum Glasblasen	4	—
4.	Eudiometer mit eingeschmolzenen Platindrähten . .	2	—
5.	Löthrohr nach Berzelius	2	30
6.	Gasometer von Kupfer	18	—

Optische und andere Instrumente.

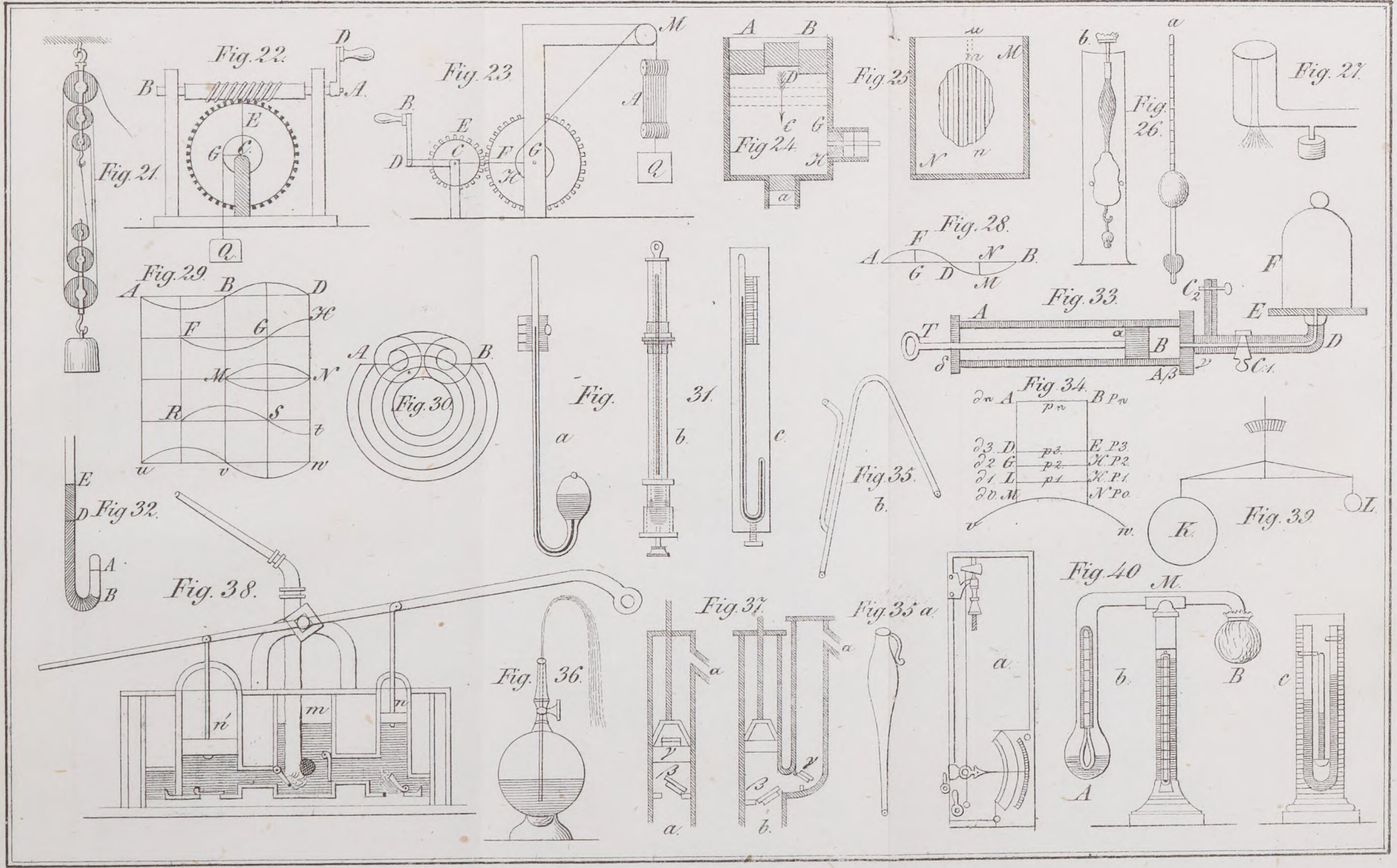
Nr.		fl.	kr.
1.	Tubus von 2′ Länge u. 30maliger Vergrösserung, auf messingnem Stativ, sammt Kästchen	66	—
2.	Auszugfernrohr von 2′ Länge und 27mal. Vergrösser.	22	—
3.	Dessgleichen von 1′ 5″ Länge und 18mal. Vergröss.	16	—
4.	Zusammengesetztes Mikroskop mit 4 Vergröss. von 25, 50, 100 und 200, sammt Apparat	36	—
5.	Zusammengesetztes Mikroskop, kleinere Gattung, mit 2 Vergrösserungen von 25 und 100, in Kästchen	15	—
6.	Zusammengesetztes Mikroskop, kleinster Gattung	5	24
7.	Zimmerbarometer mit versilberter Scala	8	30
8.	Derselbe mit Papierscala	5	—
9.	Thermometer auf versilberter Scala	3	—
10.	Derselbe, kleinere Sorte	2	24
11.	Waagen für Weingeist, Lauge und Syrup in Futteral	1	—
12.	Dergleichen für Essig, Bier und Milch	1	12
13.	Dergleichen für Säuren	1	20
14.	Messingner Waagbalken von 2′ Länge (würt.)	11	—
15.	Derselbe von $1\frac{1}{2}$′ Länge	6	30
16.	Derselbe von $1\frac{1}{4}$′ Länge	5	—
17.	Derselbe von 1′ Länge	3	45
18.	Derselbe von 8″ Länge	3	—
19.	Derselbe von 6″ Länge	2	36
20.	Tarirwaage, der Balken $1\frac{1}{4}$′ lang	10	—
21.	Granwaage mit Hornschaalen	3	—
22.	Getreidewaage für Oekonomen und Bierbrauer	5	24
23.	Geldwaage, das Gewicht gerollten Geldes zu prüfen	14	—
24.	Auszirklungsapparat für Schützengesellschaften	12	—
25.	Sonnensextant sammt Tabellen	5	24

Ausser diesen Instrumenten halte ich stets eine grosse Auswahl von Theaterperspectiven, Lorgnetten, Brillen, Lupen und andern kleinern optischen Artikeln.

Gedruckt bei Ernst Nübling.



Gez. von C. Kummer.



Gez. von C. Kummer

Fig. 41.

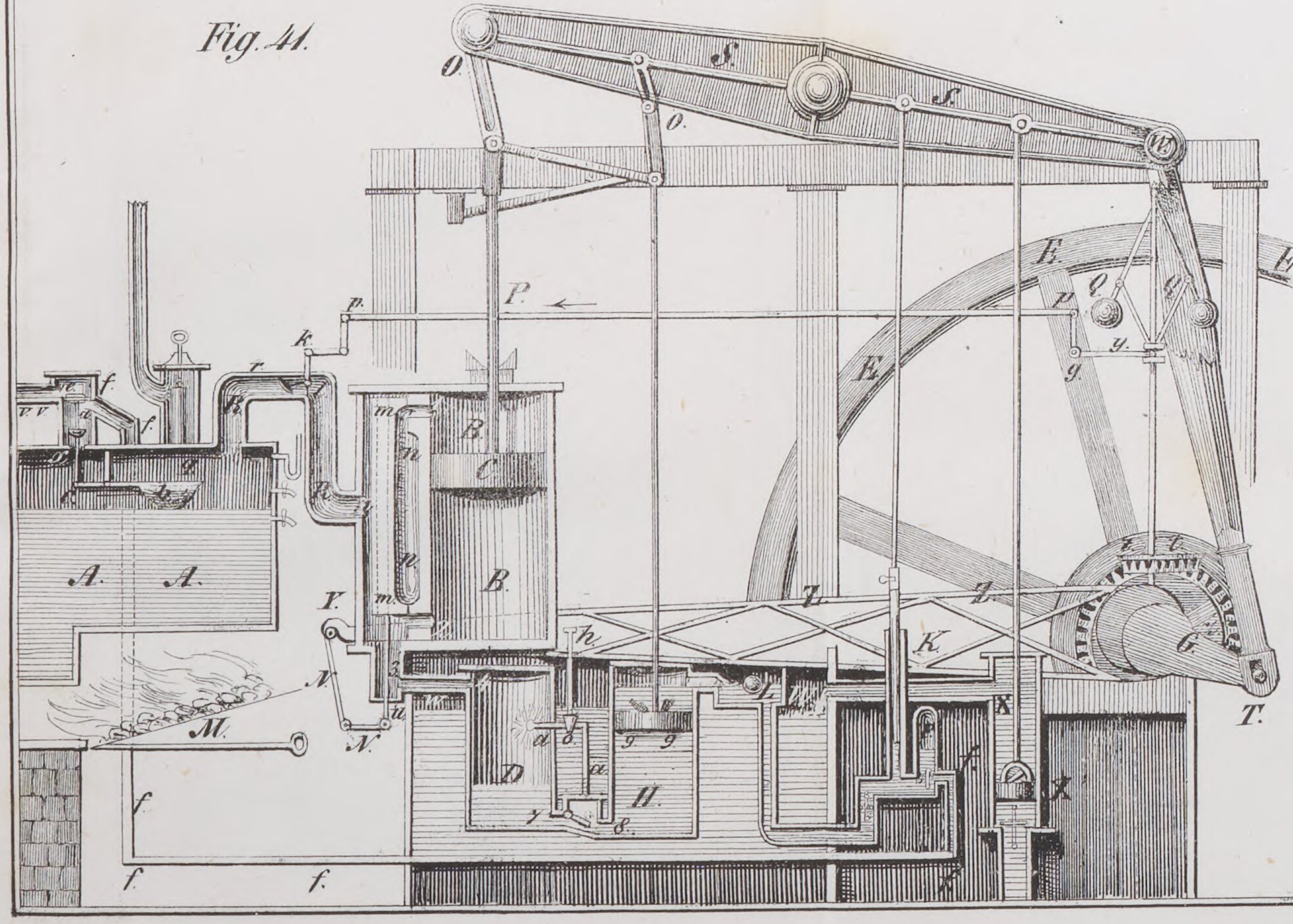


Fig. 42. a.

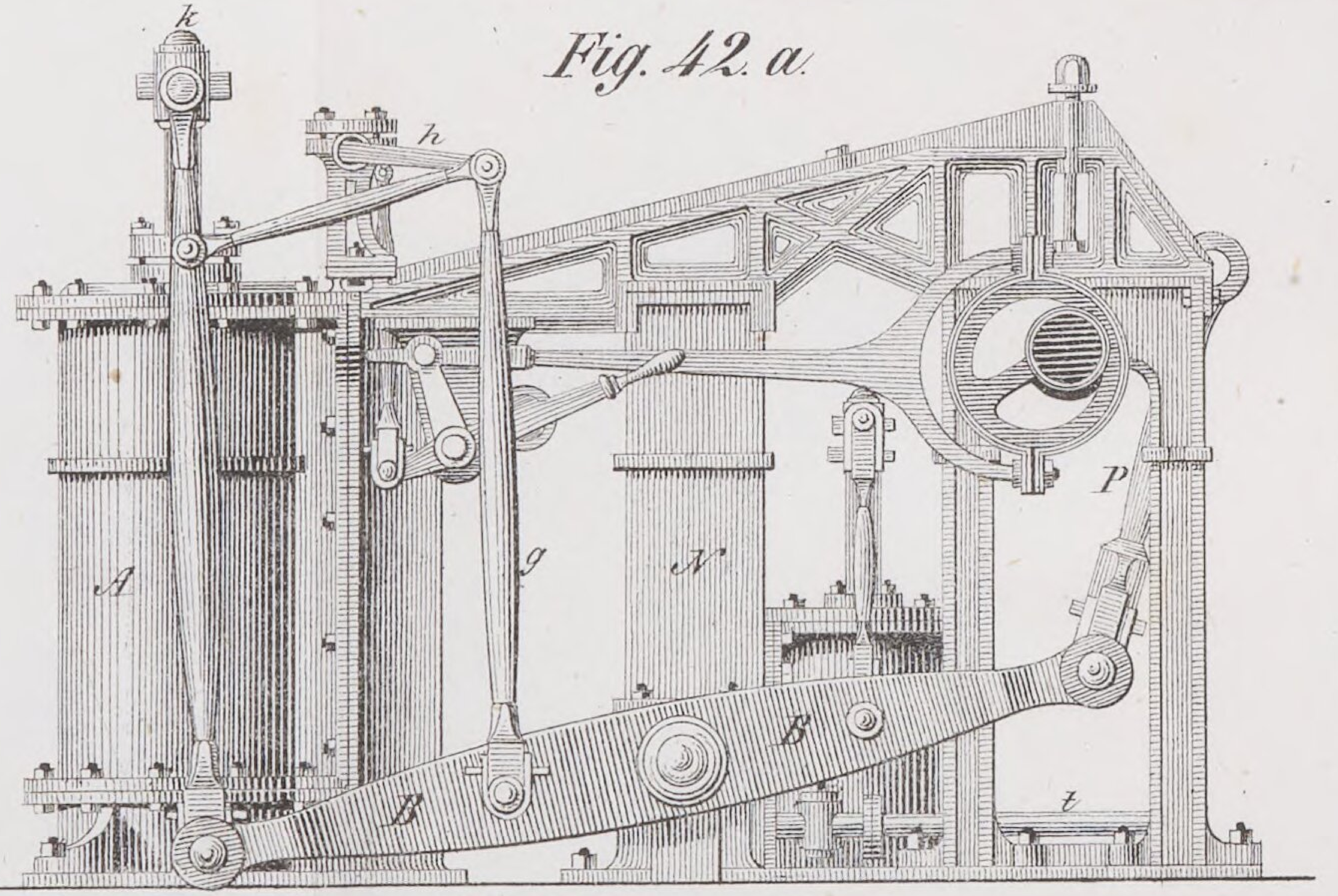


Fig. 42. b.

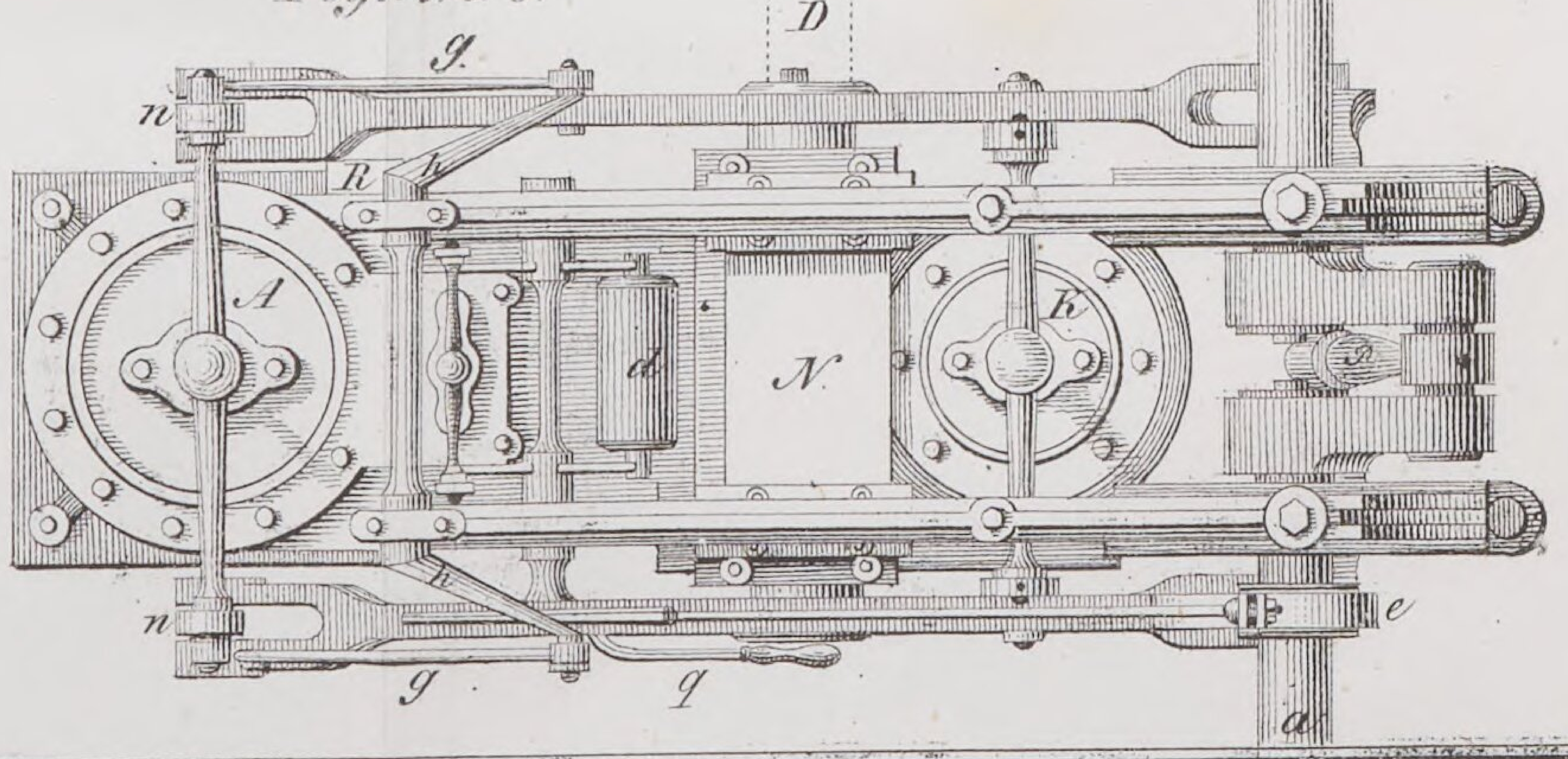


Fig. 43. b.

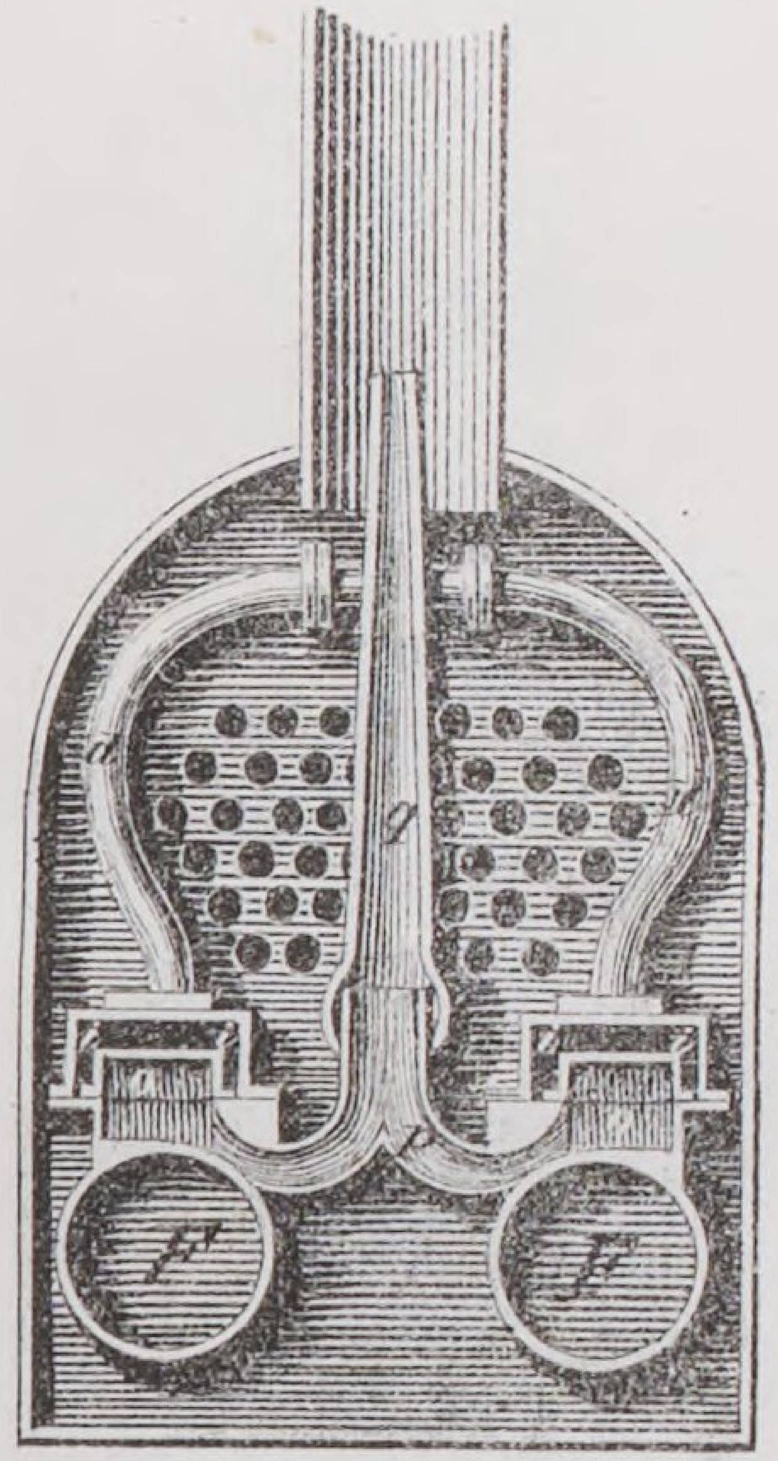
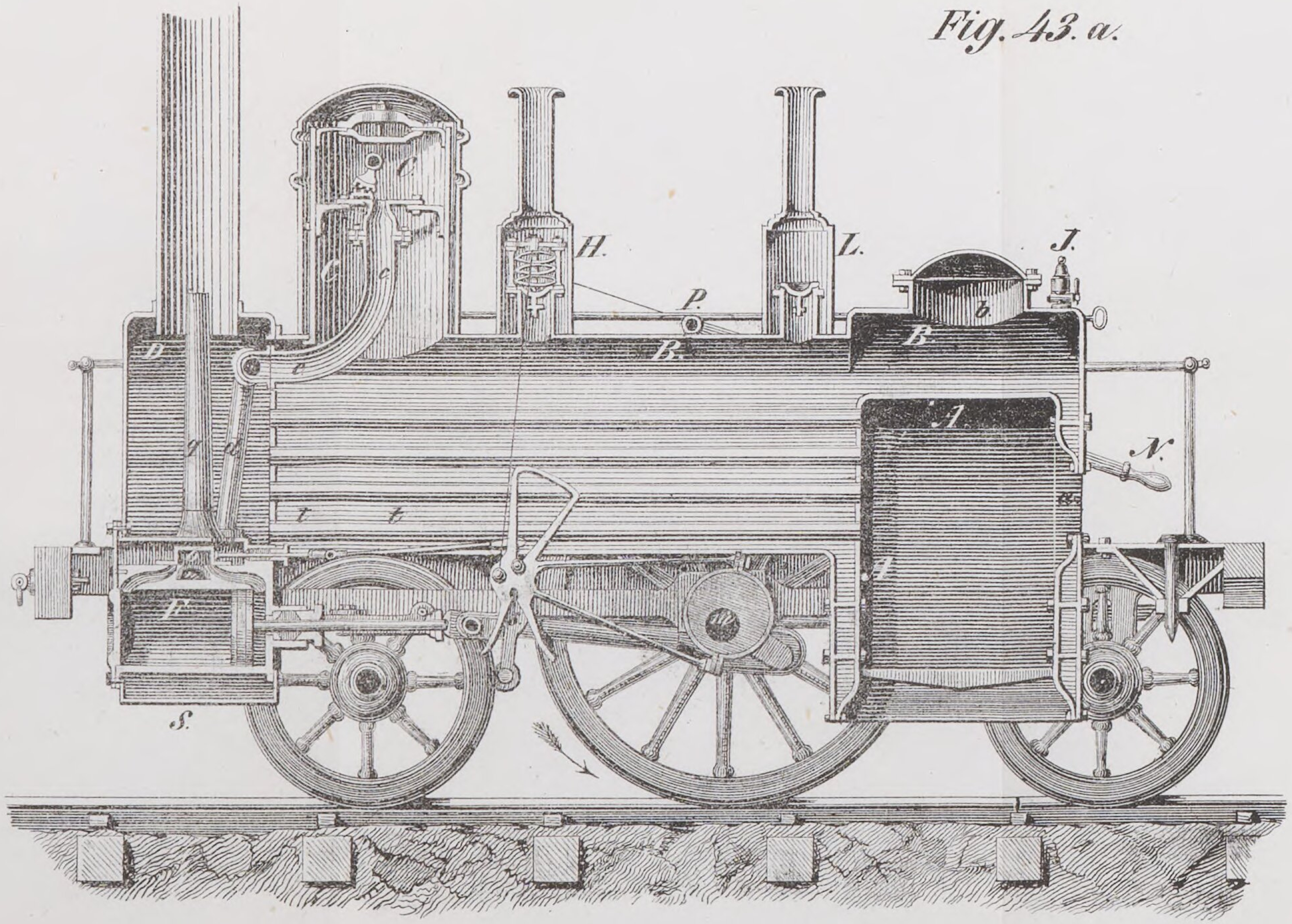


Fig. 43. a.



Zu Preyssingers Vademecum

Zu Preyſsingers Vademecum

Fig. 68.
Fig. 69.
Fig. 70.
Fig. 71.
Fig. 72.
Fig. 73.
cf. p. 357.
Fig. 74.
Fig. 75.
Fig. 76.
Fig. 77.

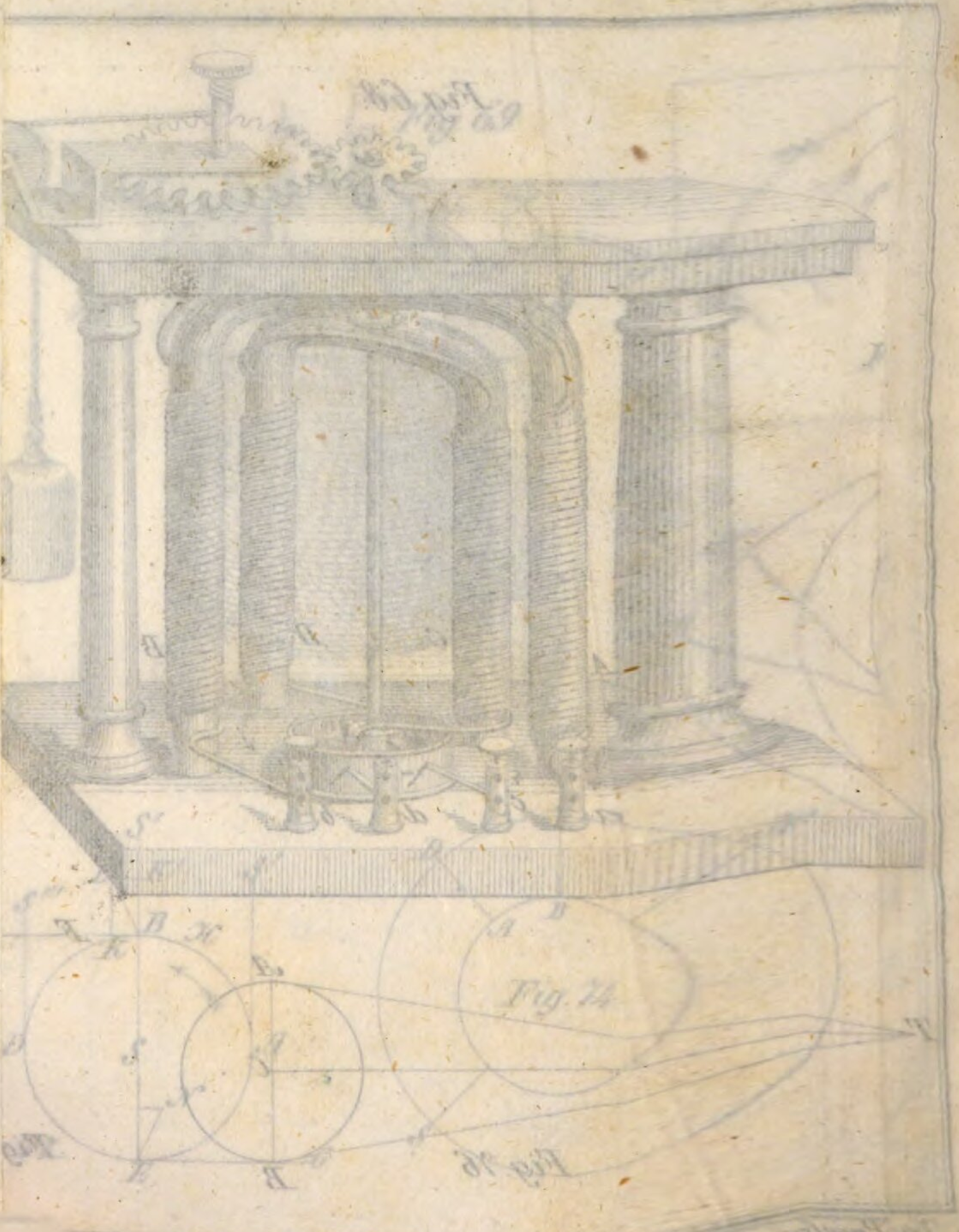


Fig. 74

Schulz,

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Preyssinger, Ludwig,

Vademecum für Freunde der Naturwissenschaft

Bd.: Erster Band

Augsburg 1847

H.nat. 354 m-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10076285-2